COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 MARS 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DELAUNAY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet à l'Académie une ampliation du Décret impérial qui approuve l'élection de *M. Bouley* à la place vacante dans la Section d'Économie rurale, par suite du décès de *M. Rayer*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. Bouley prend place parmi ses confrères.

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture de la Lettre suivante, qui lui est adressée par *M. le Ministre de l'Instruction publique* :

« Monsieur le Secrétaire perpétuel,

» J'ai l'honneur de vous informer que l'Empereur vient de décider que la publication et l'achèvement des œuvres du savant et regrettable physicien M. Léon Foucault, Membre de l'Académie des Sciences, auront lieu aux frais de la cassette impériale. Par les ordres de Sa Majesté, une Commission spéciale a été instituée pour l'accomplissement de cette tâche.

» Je vous prie de vouloir bien donner avis de cette Décision à l'Académie, qui y verra une nouvelle preuve de la haute sollicitude de Sa Majesté pour les Sciences.

» Recevez, etc.

» *Signé* : V. DURUY. »

M. LE PRÉSIDENT annonce qu'une Lettre sera adressée à M. le Ministre, pour le prier de vouloir bien transmettre à Sa Majesté les remercîments de l'Académie.

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture de la Lettre suivante qu'il a reçue de M. Le Verrier :

« Une Note insérée au *Compte rendu* de la dernière séance me faisant espérer que l'incident qui s'était élevé est clos, je demande à mes confrères la permission de prendre quelques jours d'un repos dont j'ai le plus grand besoin.

» Mon premier soin sera de terminer mon historique des travaux de M. Léon Foucault à l'Observatoire, historique qui ne pourra que gagner à être écrit et entendu avec le calme scientifique qu'il comporte.

» Si je n'avais déjà entrepris de remplir ce devoir, j'y aurais été conduit par la clause insérée au testament de notre regretté et éminent collaborateur par laquelle il lègue :

» ..... 2° A l'Observatoire impérial de France les appareils et instruments servant à la détermination de la vitesse de la lumière. »

THERMOCHIMIE. — *Premier Mémoire sur les propriétés physiques et le pouvoir calorique des pétroles et huiles minérales; par* **M. H. Sainte-Claire Deville** (1).

« Dans le courant de l'été dernier, l'Empereur visita le laboratoire de chimie de l'Exposition universelle. Préoccupé déjà de l'importance que pouvait acquérir l'emploi des huiles minérales comme combustible, il s'arrêta avec un bienveillant intérêt devant un appareil fort ingénieux qui réalisait de grands progrès dans l'emploi de ces huiles pour le chauffage économique. C'était l'appareil avec lequel M. Paul Audouin, ingénieur

(1) L'Académie a décidé que cette communication, bien que dépassant les limites réglementaires, serait reproduite en entier au *Compte rendu*.

distingué, fils et petit-fils d'illustres Membres de notre Académie, obtenait des températures extrêmement élevées au moyen de la combustion des huiles lourdes du gaz. Ce jour-là, l'Empereur voulut bien me charger d'étudier à ses frais toutes les propriétés des huiles minérales, de déterminer exactement l'application qu'on en peut faire au chauffage des machines, et enfin, après avoir pris connaissance des travaux déjà exécutés en Angleterre et en Amérique, de faire connaître les dispositions les plus avantageuses à adopter pour réaliser économiquement et sans danger l'usage des huiles minérales dans l'industrie, surtout dans l'industrie des transports.

» Après m'être procuré un nombre suffisant d'échantillons d'huiles minérales de toute sorte, j'en étudiai d'abord avec le plus grand soin les propriétés physiques. C'est le résultat de ces premières études que je porte aujourd'hui à l'Académie.

» En outre, des appareils calorimétriques, dont la pièce principale est un générateur tubulaire de six chevaux, ont été établis à l'École Normale, et ils servent en ce moment à la détermination des quantités de chaleur produites par la combustion des huiles minérales. Ces appareils, chauffés par le procédé de M. Paul Audouin, sont disposés de telle sorte qu'ils peuvent donner en même temps le nombre de calories qui représente le pouvoir calorifique absolu des huiles minérales et le nombre réalisable en pratique de kilogrammes d'eau vaporisée par un kilogramme de ces matières.

» Dans toutes mes opérations, j'ai tenu à constater à chaque instant la composition des gaz de la combustion rendue assez complète pour que la fumée soit incolore. Je décrirai bientôt le procédé d'analyse que j'ai employé. Mais je désire annoncer que j'ai pu dans ces combustions dépouiller, à 2 pour 100 près, l'air de mes foyers de tout l'oxygène qu'il contient et qui se transforme en eau et en acide carbonique. Pour obtenir de pareils résultats, j'ai dû introduire dans mes foyers de l'air soumis à une pression constante et animé d'une vitesse invariable. Une petite machine soufflante réglée par un appareil électromagnétique et le système de ventilation de M. Piarron de Mondésir, ingénieur des Ponts et Chaussées, mis généreusement à ma disposition par son auteur, m'ont permis de réaliser ces conditions.

» La cheminée de mon appareil calorimétrique est remplacée par un réfrigérant à grande surface qui me permet de ramener la température des gaz de la combustion à la température ambiante et rend mes mesures indépendantes de la quantité d'air employé par la combustion. Il me suffit

alors pour déterminer le nombre de calories, qui, dans tout autre système, se seraient perdues par la cheminée, d'employer un appareil très-simple et encore inédit qu'a inventé M. Paul de Mondésir, ingénieur en chef des manufactures de l'État, et qu'on pourrait appeler une caisse calorimétrique.

» Enfin la Compagnie parisienne du gaz fait répéter chaque jour sur une grande échelle et avec ses huiles lourdes les déterminations calorifiques que j'effectue au laboratoire de l'École Normale. Grâce à ce concours, dont l'efficacité m'est garantie par le contrôle de M. Paul Audouin et de son ingénieur M. Battarel, j'espère que les nombres que je pourrai bientôt communiquer à l'Académie auront une utilité pratique à laquelle un théoricien doit toujours attacher un grand prix.

» Ces expériences et mes analyses démontrent qu'il y a grand intérêt à refroidir avec une grande perfection les produits de la combustion des huiles minérales; car, d'après mes observations, la plupart d'entre elles, fort riches en hydrogène, peuvent donner par la condensation de leur fumée beaucoup plus que leur poids d'eau pure. Cette eau, en se condensant, dépose dans les appareils réfrigérants 600 à 700 calories au moins par kilogramme, calories qu'on peut utiliser pour l'échauffement de l'eau d'alimentation. L'eau des fumées, qui est de l'eau distillée, peut elle-même contribuer à l'alimentation des chaudières, d'où l'on exclut maintenant l'eau de mer autant qu'il est possible.

» Les huiles minérales, combustibles liquides, volatils et homogènes, sont susceptibles de brûler sans résidu. Il en résulte qu'on peut les introduire dans un foyer convenablement disposé, au moyen d'une pompe ou de tout autre appareil réglé automatiquement, suivant le besoin de la machine, aussi bien que la quantité d'air strictement nécessaire à la combustion. Cela fait qu'on peut marcher avec un foyer constamment fermé et sans l'intervention d'un chauffeur. Ces avantages sont réalisés dans la machine calorimétrique de l'École Normale.

» Ces mêmes qualités des huiles minérales permettent également de les brûler dans le foyer à telle pression qu'on voudra, égale, supérieure même à la pression de la vapeur dans la chaudière, en utilisant au besoin comme moteurs accessoires ces gaz, chauffés encore au sortir de la chaudière à une température de 150 ou de 200 degrés : à une machine à air chaud, on superpose ainsi une machine à vapeur. De plus, si l'air est introduit dans les foyers à une forte pression, la vitesse d'écoulement à imprimer aux produits de la combustion d'une même quantité d'huile sera d'autant plus

petite que cette pression sera plus grande, et par suite les surfaces de chauffe pourront être diminuées dans une certaine proportion. C'est là une question que j'étudie, que je me réserve d'étudier, et qui permettra, j'espère, dans les machines enfermées dans des espaces restreints, d'augmenter les surfaces de refroidissement de la fumée et d'en condenser toute la vapeur d'eau.

» Qu'il me soit permis d'ajouter encore un mot sur ce sujet. Si les huiles minérales doivent être employées comme combustible sur les bâtiments à vapeur, une condition de réussite, c'est de trouver un système qui permette, sans grands frais et sans perte de temps, de transformer un générateur à vapeur chauffé à la houille en un appareil chauffé à l'huile minérale et inversement. C'est là un problème résolu tant à l'École Normale qu'à l'usine à gaz de la Villette, par une disposition fort simple que notre savant confrère M. Dupuy de Lôme et moi nous faisons essayer par M. Mazeline.

» Avant d'entrer dans les détails qui feront le sujet par lequel je terminerai cette communication, je désire annoncer à l'Académie que, en combinant les belles méthodes expérimentales de MM. Favre et Silbermann avec les principes de la caisse calorimétrique de M. Paul de Mondésir, je pourrai, dans de petits appareils et au moyen de l'oxygène, déterminer rapidement le pouvoir calorifique des huiles minérales par un procédé qui permettra d'écarter toute hypothèse sur la constitution des hydrogènes carbonés. M. Macquorn Rankine a appelé récemment l'attention des ingénieurs sur les méthodes de calcul propres à fournir *théoriquement* les quantités de chaleur dégagée par la combustion des pétroles. MM. Favre et Silbermann ont fait voir depuis longtemps que ces calculs ne peuvent être qu'approximatifs, et M. Macquorn Rankine le reconnaît bien. Il est donc nécessaire de mettre entre les mains des praticiens un appareil simple qui leur permette de déterminer directement des constantes d'une aussi grande valeur industrielle. J'espère y avoir réussi, et je n'en parle ici que pour me réserver le droit de continuer ces expériences qui imposent de longues et pénibles épreuves.

» On trouvera plus loin des tableaux qui donnent les principales propriétés physiques et la composition des huiles minérales. Je vais expliquer en quelques mots l'usage immédiat que l'on peut faire de ces chiffres.

» 1° L'huile minérale a été soumise à la distillation dans un alambic en cuivre muni d'un serpentin. Un thermomètre donne à chaque instant la température de la vapeur. En prenant entre deux températures convenablement choisies la quantité de matière passée à la distillation, on détermine

le degré de volatilité de la substance et on obtient un nombre qui peut avoir une grande utilité.

» En effet, les huiles minérales peuvent être dangereuses pour deux motifs. Elles contiennent des matières gazeuses ou volatiles qui peuvent rendre explosible l'atmosphère dans laquelle se diffusent ces gaz et ces vapeurs. La quantité de matière passée avant 140 degrés donne la mesure de ce danger; elle donne également la mesure de la perte qu'il faut faire subir à la matière pour écarter dans son emploi cette chance d'accident.

» 2° Un autre danger vient de ce que l'on enferme les huiles minérales dans des vases imperméables et remplis à une température inférieure à celle que l'on doit rencontrer, soit par la variation de la température dans le même lieu, soit par le changement de latitude. Le coefficient de dilatation si considérable des huiles minérales donnera aux expéditeurs ou aux ingénieurs la mesure de l'espace minimum qu'il est nécessaire de laisser au dessus des caisses destinées au transport de ces matières, pour éviter toute chance d'explosion correspondante à une augmentation prévue de température.

» 3° Les analyses des matières brutes et distillées donneront aux ingénieurs le moyen de calculer les pouvoirs calorifiques par la méthode de M. Rankine, et aux chimistes le moyen de reconnaître le genre de composés auquel ces huiles doivent être rapportées.

» Je demande à l'Académie la permission de constater que trois de mes élèves les plus expérimentés, MM. Ditte, Pougnet et Prudhon, ont bien voulu compléter et contrôler mes nombreuses analyses et déterminations de toute sorte, et de leur en témoigner toute ma gratitude.

1° *Huile lourde de la Virginie occidentale*, employée à lubrifier les machines, provenant du White-Oak, à la partie inférieure du terrain houiller, à environ 135 mètres de profondeur. Donnée par M. Foucou.

Perte par la chaleur à 100 degrés.........	1,0 pour 100
» à 140 degrés.............	1,3 »
» à 180 degrés.............	12,0 »

Huile brute.

Composition..........	C...	83,5
	H...	13,3
	O...	3,2
		100,0

Densité à zéro..........................	0,873
» à 50°,1..........................	0,853
Coefficient de dilatation....................	0,00072

Huile distillée.

Composition.........	C...	85,3
	H...	13,9
	O...	0,8
		100,0

Densité à 13 degrés........................ 0,819

Résidu de la distillation. Densité à 13°,3... 0,864.

2° *Huile légère de la Virginie occidentale,* employée à la fabrique des huiles d'éclairage. Elle provient du Burning-Springs, dans les grès supérieurs du terrain dévonien, à environ 220 mètres de profondeur. Donnée par M. Foucou.

Perte par la chaleur à 100 degrés.............	1,3	pour 100
» à 120 degrés.............	4,3	»
» à 140 degrés.............	11,0	»
» à 160 degrés.............	17,7	»
» à 180 degrés.............	25,2	»
» à 200 degrés.............	28,5	»

Huile brute.

Composition.........	C...	84,3
	H...	14,1
	O...	1,6
		100,0

Densité à zéro........................... 0,8412

» à 50°,1........................... 0,808

Coefficient de dilatation..................... 0,000839

Huile distillée.

Composition.........	C...	84,0
	H...	14,4
	O...	1,6
		100,0

Densité à 14°,2........................... 0,762

Résidu de la ditillation. Densité à 14°,8... 0,860.

3° *Huile légère de Pensylvanie,* la plus employée dans les fabriques d'éclairage. Elle provient de l'Oil-Creek, de la troisième assise des grès de la partie supérieure du terrain dévonien, à 200 mètres environ de profondeur. Brune verdâtre et fluorescente (M. Foucou).

Perte par la chaleur à 100 degrés.............	4,3	pour 100
» à 120 degrés.............	10,7	»
» à 140 degrés.............	16,0	»
» à 160 degrés.............	23,7	»
» à 180 degrés.............	28,7	»
» à 200 degrés.............	31,0	»

Huile brute.

Composition	C...	82,0
	H...	14,8
	O...	3,2
		100,0

Densité à zéro 0,816
» à 50°,1 0,784
Coefficient de dilatation 0,00084

Huile distillée.

Composition	C...	85,1
	H...	14,3
	O...	0,6
		100,0

Densité à 13°,6 0,735

Résidu de la distillation. Densité à 13°,6... 0,845.

4° *Huile lourde de l'Ohio,* aujourd'hui encore peu employée à cause de la concurrence des huiles de Virginie. Noire et visqueuse (M. Foucou).

Cette huile monte dans l'appareil et ne peut être distillée méthodiquement. On en distille seulement une portion aux environs de 350 degrés, et une autre portion au-dessus de 350 degrés.

Huile brute.

Composition	C...	84,2
	H...	13,1
	O...	2,7
		100,0

Densité à zéro 0,887
» à 53 degrés 0,853
Coefficient de dilatation 0,000748

Huile distillée.

	Avant 350 degrés.		Après 350 degrés.	
Composition	C...	85,4	C...	86,7
	H...	14,4	H...	12,2
	O...	0,6	O...	1,1
		100,0		100,0

Densité à 14 degrés du second produit 0,762

Résidu de la distillation. Densité à 14°,8... 0,860.

5° *Huile lourde de Pensylvanie,* provenant des bords de la rivière Alleghany, au-dessus de la ville de Franklin (Plumer-Farm), des premières assises du grès supérieur du terrain

dévonien, à la profondeur de 200 mètres environ. Employée à lubrifier les machines (M. Foucou).

Perte par la chaleur, presque nulle avant 230 degrés.
» à 280 degrés.............. 12,0 pour 100

Huile brute.

Composition.......... { C... 84,9 ; H... 13,7 ; O... 1,4 } 100,0

Densité à zéro..........................	0,886
» à 50°,1..........................	0,853
Coefficient de dilatation....................	0,000721

Huile distillée.

Composition.......... { C... 85,4 ; H... 13,8 ; O... 0,8 } 100,0

Densité à 13°,2.......................... 0,802

Résidu de la distillation. Densité à 13 degrés... 0,875

6° *Huile américaine de pétrole du commerce de Paris* (sans doute Pensylvanie). Noire, fluorescente en bleu.

Perte par la chaleur à 100 degrés............	2,8	pour 100
» à 120 degrés............	5,3	»
» à 140 degrés............	12,0	»
» à 160 degrés............	19,8	»
» à 180 degrés............	25,4	»
» à 200 degrés............	30,3	»

Huile brute.

Composition.......... { C... 83,4 ; H... 14,7 ; O... 1,9 } 100,0

Densité à zéro..........................	0,820
» à 53°,3..........................	0,784
Coefficient de dilatation....................	0,000868
Chaleur spécifique..........................	0,48

Huile distillée.

Composition	C...	84,2
	H...	14,5
	O...	1,3
		100,0

Chaleur spécifique.......................... 0,50
Densité à 13°,6.............................. 0,736

Résidu de la distillation. Densité à 13°,6........ 0,845

7° *Huile lourde de la Compagnie parisienne du gaz* (extraite de la houille).

Perte à la chaleur de 0 à 150 degrés.......... un peu d'eau.
» à 200 degrés.......... 12,5 pour 100

Huile brute.

Composition	C...	82,0
	H...	7,6
Oxygène, azote et soufre		10,4
		100,0

Densité à zéro.............................. 1,044
» à 51 degrés.............................. 1,007
Coefficient de dilatation........................ 0,00743

8° *Pétrole de Parme,* commune de Salo. Donné par le commandeur Devincenzi. Liquide limpide, très-fluide, coloration ambrée fluorescent en bleu.

Perte à la chaleur à 100 degrés	1,1	pour 100
» à 120 degrés	9,3	»
» à 140 degrés	33,3	»
» à 160 degrés	39,5	»
» à 180 degrés	60,5	»
» à 200 degrés	69,3	»

Huile brute.

Composition	C...	84,0
	H...	13,4
	O...	1,8
		100,0

Densité à zéro.............................. 0,786
» à 51°,1.............................. 0,747
Coefficient de dilatation........................ 0,00106
Chaleur spécifique.......................... 0,49
Chaleur latente à la température moyenne de distillation (125 à 140 degrés)...................... 115°

Huile distillée.

Composition...........	C...	85,0
	H...	13,7
	O...	1,3
		100,0

Densité à 13°,2.............................. 0,775

Résidu de la distillation. Densité à 11°,2...... 0,850

9° *Huile de Java*, commune de Dandang-Ilo, district de Timaacon, résidence de Rembang. Donnée par M. von Baumhauer, secrétaire perpétuel de la Société néerlandaise de Harlem.

Perte par la chaleur (distille à 158 degrés)	à 100 degrés	1,0	pour 100
» »	120 degrés	1,0	»
» »	180 degrés	7,7	»
» »	200 degrés	15,0	»
» »	220 degrés	22,3	»
» »	240 degrés	24,3	»
» »	250 degrés	28,3	»

Huile brute.

Composition...........	C...	87,1
	H...	12,0
	O...	0,9
		100,0

Densité à zéro.............................. 0,923

» à 53 degrés.............................. 0,888

Coefficient de dilatation.............................. 0,000769

Huile distillée.

Composition...........	C...	86,2
	H...	12,2
	O...	1,6
		100,0

Densité.............................. 0,811

Résidu de la distillation. Densité à 13°,3 0,931

10° *Huile de Java*, commune de Tjibodas-Fanggah, district de Madja, résidence de Chéribon. Donnée par M. von Baumhauer.

Perte par la chaleur	à 100 degrés...........	0,8	pour 100
»	à 120 degrés...........	3,0	»
»	à 140 degrés...........	9,3	»
»	à 160 degrés...........	16,3	»
»	à 180 degrés...........	22,0	»
»	à 200 degrés...........	27,8	»

Huile brute.

Composition............	C...	83,6
	H...	14,0
	O...	2,4
		100,0

Densité à zéro..............................	0,827
» à 53 degrés	0,789
Coefficient de dilatation.........................	0,000923

Huile distillée.

Composition............	C...	83,9
	H...	14,1
	O...	2,0
		100,0

Densité à 13°,1............................	0,778
Résidu de la distillation. Densité à 13°,3........	0,914

11° *Huile de Java* de la commune de Gogor, du district de Kendong, résidence Sarabaya. Donnée par M. von Baumhauer.

Perte par la chaleur à 220 degrés............	2,3	pour 100
» à 240 degrés............	4,0	»
» à 260 degrés............	9,0	»
» à 280 degrés............	17,7	»
» à 300 degrés	28,3	»

Huile brute.

Composition............	C...	85,0
	H...	11,2
	O...	2,8
		100,0

Densité à zéro..............................	0,972
» à 53 degrés	0,945
Coefficient de dilatation.........................	0,000652

Huile distillée.

Composition............	C...	85,1
	H...	12,2
	O...	1,7
		100,0

Densité à 13°,2	0,762
Résidu de la distillation. Densité à 13°,2........	0,942

12° *Huile de Bechelbronn* (Bas-Rhin), produit de distillation. Donnée par M. Boussingault.

Matière brute.

Perte par la chaleur à 200 degrés	4,1	pour 100
» à 220 degrés	8,3	»
» à 240 degrés	13,3	»
» à 264 degrés	25,0	»

Huile brute.

Composition	C...	86,9
	H...	11,8
	O...	1,3
		100,0

Densité à zéro	0,912
» à 51 degrés	0,879
Coefficient de dilatation	0,00767

Huile distillée.

Composition	C...	85,1
	H...	13,0
	O...	0,9
		100,0

Densité à 11°,6	0,825

Résidu de la distillation. Densité à 14 degrés 0,927

Les coefficients de la dilatation ont été calculés en prenant pour coefficient de dilatation du verre le nombre 0,000026.

Les densités prises à la température ordinaire n'ont pas été corrigées de la dilatation du verre. »

« M. Élie de Beaumont signale à l'attention de *M. Henri Sainte-Claire Deville*, comme renfermant une quantité de substance huileuse susceptible d'être utilisée, la marne schisteuse noirâtre qui supporte à Vassy, près d'Avallon, la couche exploitée comme ciment romain. Cette marne est connue des géologues sous le nom de *marne à Possidonies* (1). Ses affleurements traversent la France entière depuis *Flize*, dans le département des Ardennes, jusque dans les départements des Alpes-Maritimes et du Gard; on les retrouve aux environs de Grenoble, à la *Fontaine brûlante*, qui est comprise au nombre des *sept merveilles du Dauphiné*.

(1) La page 341 du second volume de l'*Explication de la Carte géologique de la France*

» La Fontaine brûlante est un dégagement permanent de gaz combustible qui sort d'une fissure des marnes à Possidonies et qu'on enflamme à volonté avec une allumette. Ce gaz résulte très-probablement de la décomposition spontanée des substances combustibles que contiennent les marnes schisteuses.

» On pourrait citer d'autres exemples de dégagements naturels de gaz combustibles, sortant de marnes semblables et produisant dans certains cas un véritable *feu grisou*. Un accident analogue au feu grisou a eu lieu autrefois dans les mines de sel gemme de Bex (canton de Vaud). »

« **M. Dumas** fait remarquer que l'un des principaux dangers de l'emmagasinement des huiles minérales tient à leur grande fluidité, dont M. Henry Sainte-Claire Deville n'a pas parlé. Elles pénètrent le bois et pas-

---

contient une coupe du coteau de Vassy, où toutes les couches sont figurées et désignées de bas en haut par les lettres *a*, *b*, *c*, *d*. On lit ce qui suit dans la description de cette coupe :

« *a*. Calcaire noduleux contenant un grand nombre de grosses Gryphées (*Gryphæa* » *cymbium*), etc.

» *b*. Marnes très-schisteuses et très-bitumineuses contenant *jusqu'à* 12 *pour* 100 *de ma-* » *tières volatiles*. On y trouve un grand nombre de Possidonies (*Possidonia Bronnii*).

» Dans leurs parties supérieures, les marnes *b* sont bleuâtres et renferment le *Pecten pa-* » *radoxus*.

» *c*. *Ciment romain :* c'est un calcaire marneux bleuâtre à cassure terreuse, formant un » certain nombre de couches peu épaisses. Les couches inférieures sont très-minces; elles se » réduisent à moins de 1 décimètre, et elles alternent avec les dernières couches de marnes » bitumineuses. Les couches du ciment romain renferment un grand nombre de Bélemnites.

» *d*. Au-dessus du ciment romain, on trouve de nouveau une certaine épaisseur de marnes » schisteuses brunes.

» *e*. Les coteaux sont couronnés par le calcaire à Entroques. Les mêmes couches mar- » neuses se montrent, dans toute la contrée, au pied des escarpements calcaires....

» Celles de ces marnes qui sont bitumineuses et que nous venons de signaler comme étant » intercalées à Vassy entre le calcaire noduleux et la couche de *ciment romain*, ont été re- » marquées depuis longtemps. Elles sont particulièrement développées entre Avallon et » l'Isle-sous-Montréal, près d'Étaule, de Vassy, de Marsilly, de Génouilly, de Provency, de » Sainte-Colombe, entre Montréal et Angely, etc. M. Gilet de Laumont, qui les avait ob- » servées avec beaucoup d'attention, avait remarqué qu'elles se trouvent dans le voisinage » de couches de calcaire gris contenant des *Gryphées*, des *Bélemnites* et des *Ammonites*. » Les variétés les plus bitumineuses de ces marnes schisteuses, étant soumises à une forte » chaleur, brûlent avec flamme, et cette propriété, jointe à leur odeur bitumineuse et aux » veines assez abondantes de lignite qui les accompagnent, a donné l'idée d'exécuter aux » environs de Montréal des travaux de recherche dans l'espoir de trouver de la houille.... » (*Ces recherches de houille n'eurent aucun résultat.*) »

sent à travers. Pour éviter le danger qui en résulte, il faut nécessairement vernir les vases avec des matières insolubles dans ces huiles, telles que : gommes, dextrine, gélatine, albumine, etc. »

« M. Balard et M. Séguier font observer, en conformité de ce sentiment, qu'il est à leur connaissance que l'on commence à se servir dans ce but, en Amérique, du mélange de gélatine et de mélasse qui est employé depuis longtemps pour faire les rouleaux d'imprimerie. Un enduit de ce mélange, placé à l'intérieur des vases même les moins étanches, les rend imperméables à l'huile de pétrole. »

M. P. Thenard présente ensuite les observations suivantes :

« Il n'est pas dans notre intention de critiquer la communication de M. H. Sainte-Claire Deville au point de vue scientifique, nous sommes au contraire le premier à reconnaître, en cette circonstance comme dans les autres, la rigueur de ses résultats. Mais en dehors du travail lui-même, il est un point qu'il est utile de rappeler, c'est que, quoi qu'on fasse, les huiles de la nature de celles dont vient de parler notre savant confrère seront toujours un combustible des plus dangereux pour le chauffage des machines, et surtout de celles qui servent de propulseur aux navires qui font de longues traversées. L'éther aussi a été employé, non comme combustible, mais comme agent de la force motrice, c'est-à-dire dans des conditions bien moins défavorables. Or, malgré la perfection inusitée des appareils et les avantages considérables qu'elle en obtenait, la marine, à la suite de la perte corps et biens de plusieurs navires, a été obligée d'y renoncer. Que l'on considère donc les masses d'huile nécessaires pour l'alimentation des foyers et les conditions spéciales dans lesquelles on les emploie, et on restera terrifié des malheurs effroyables dont elles ont été déjà et seront encore, quoi qu'on fasse, la cause inévitable. »

« M. Fizeau, à propos de la grande dilatabilité des huiles combustibles mentionnée dans la précédente communication, fait remarquer qu'il a déjà observé, et signalé depuis près d'une année à plusieurs de ses savants confrères, la dilatabilité extraordinaire de deux substances solides qui accompagnent ces huiles et dont la composition est analogue : il s'agit de la paraffine et de la naphtaline. Ce sont jusqu'ici les corps solides les plus dilatables qui aient été observés, et c'est à peine s'ils le cèdent sous ce rapport à l'essence de térébenthine et à l'alcool lui-même. Ce résultat est seulement mentionné ici afin de prendre date. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Méthode générale d'analyse immédiate des tissus des végétaux; par* **MM. E. Fremy et Terreil.**

« L'analyse organique présente une lacune considérable qui paralyse le secours que la chimie pourrait apporter aux études anatomiques : nous voulons parler ici de l'impuissance de l'analyse immédiate en présence des tissus organiques.

» Si le chimiste peut déterminer aujourd'hui, avec quelque exactitude, la composition des liquides produits par l'organisme, tels que la séve et les sucs des végétaux, le lait, le sang, l'urine, etc., il peut bien rarement soumettre à une analyse, même approximative, les tissus organisés.

» Les difficultés principales que l'on rencontre dans l'analyse immédiate de ces tissus sont dues d'abord à la grande analogie que présentent entre eux les principes qui les constituent, et ensuite à l'insolubilité de ces principes dans les dissolvants neutres qui servent de base, comme on le sait, à l'analyse organique immédiate.

» L'idée principale de notre travail a été de demander aux réactifs énergiques ce que les dissolvants neutres ne pouvaient pas nous donner.

» En employant ces agents chimiques avec certaines précautions, nous sommes arrivés à retirer des tissus organiques les différents éléments qui les constituent, et même à en déterminer les proportions avec une certaine exactitude.

» Nous analysons aujourd'hui un tissu ligneux, une feuille, une fleur, une racine avec autant de facilité que, dans l'analyse organique, on détermine la composition d'une substance minérale : nous soumettons donc ces différentes parties des végétaux *à l'analyse qualitative et quantitative.*

» Pour donner une idée exacte de nos méthodes analytiques, nous choisirons comme exemple l'analyse d'un tissu ligneux.

Analyse immédiate du bois.

» Dans cette partie de nos recherches, nous avons pris pour base les observations que l'un de nous a publiées précédemment sur les substances ligneuses, mais aussi celles de M. Payen sur le même sujet, dont nous sommes heureux de constater ici l'importance.

» La marche que nous suivons dans l'analyse des différents bois varie peu : les détails que nous donnerons ici se rapportent au bois de chêne.

» Nous supposerons, qu'en s'appuyant sur les principes d'analyse immédiate donnés avec tant de précision par M. Chevreul, on ait déterminé

les substances que le bois de chêne peut perdre par l'action des dissolvants neutres : il reste un tissu ligneux dont il s'agit de déterminer la constitution.

» Selon nous le bois est formé de trois parties principales que nous allons définir :

» 1° La première partie du bois ne peut être confondue avec aucune autre substance ligneuse, car elle est insoluble dans l'acide sulfurique contenant deux équivalents d'eau; elle est en outre caractérisée par d'autres réactifs : l'eau de chlore la transforme d'abord en un acide jaune et la dissout ensuite; l'acide azotique agit sur elle comme le chlore; la potasse, même concentrée, ne la dissout pas.

» Pour nous conformer à la dénomination employée déjà par plusieurs physiologistes, nous désignerons cette partie du bois sous le nom de *cuticule ligneuse* : nous pensons en effet qu'elle forme la couche cutanée des fibres et des cellules du bois ; sans être identique avec la cuticule des feuilles, elle présente cependant, avec cette dernière substance, des analogies chimiques incontestables : lorsqu'on la retire du bois, au moyen de l'acide sulfurique, elle conserve entièrement la texture du tissu ligneux, et à tel point, qu'en la considérant au microscope on peut la confondre avec le bois lui-même, dont elle ne représente cependant que le cinquième environ.

» Dans nos déterminations analytiques nous avons toujours reconnu la pureté de la cuticule ligneuse à son insolubilité dans l'acide sulfurique, et sa solubilité dans l'eau de chlore ou dans l'acide azotique.

» La cuticule ligneuse que nous mettons sous les yeux de l'Académie possède ces différentes propriétés ; on peut donc la considérer comme étant absolument pure.

» La substance dont nous venons de parler est évidemment celle que M. Hartig a désignée sous le nom de *eustathe,* en raison de sa grande stabilité.

» 2° La seconde partie du tissu ligneux est celle que M. Payen a étudiée sous le nom de *substance incrustante*. Elle se trouve probablement dans l'intérieur des fibres et des cellules; nous ne la considérons pas comme un principe immédiat ; mais, dans nos analyses, nous arrivons à la dissoudre complétement et à l'isoler des autres principes ligneux : nous la séparons en une partie soluble dans l'eau bouillante, en une autre qui se dissout dans les liqueurs alcalines, et en un dernier corps qui devient soluble dans la potasse après avoir subi l'action du chlore.

» Quelle que soit la complication de la substance incrustante, dans une analyse qualitative, nous la reconnaissons d'abord à sa solubilité dans l'acide sulfurique qu'elle colore en noir, et ensuite à son insolubilité dans l'eau de chlore : la dissolution sulfurique de la matière incrustante est en partie précipitée par l'eau. Dans une analyse quantitative, nous la séparons complétement des autres éléments constitutifs du bois, en employant successivement l'eau, les dissolutions alcalines et l'eau de chlore.

» 3° La troisième partie du tissu ligneux *est la substance cellulosique*. Quand elle est pure, elle se dissout sans coloration dans l'acide sulfurique concentré en produisant un liquide que l'eau ne précipite pas; elle est difficilement attaquée par l'eau de chlore et l'acide azotique.

» Dans le tissu ligneux, cette substance se trouve sous un état particulier, que l'un de nous a fait ressortir précédemment, et qui la rend insoluble dans le réactif ammoniaco-cuivrique; mais elle devient soluble dans ce liquide lorsqu'elle a subi l'action de quelques agents chimiques, tels que le chlore. Nous obtenons la substance cellulosique pure, se dissolvant sans coloration dans l'acide sulfurique et conservant encore toute l'organisation du bois, en traitant le bois réduit en copeaux, d'abord par de l'eau de chlore, puis par la potasse et en dernier lieu par l'acide chlorhydrique étendu.

» L'acide azotique peut être employé également pour isoler la substance cellulosique, mais il désagrége toujours le tissu ligneux et dissout une quantité notable de corps cellulosique.

» Cette substance retirée du bois présente aujourd'hui un intérêt industriel incontestable; elle convient non-seulement à la fabrication du papier, mais, dans notre conviction, elle sera employée un jour dans la préparation de l'alcool; l'acide sulfurique la transforme en effet avec facilité en dextrine et en sucre : il serait curieux de produire au moyen du bois des liqueurs alcooliques.

» Il résulte donc des données fournies par l'*analyse qualitative* du bois, que ce tissu est formé essentiellement de trois parties qui peuvent être caractérisées facilement, comme nous venons de le démontrer, par l'emploi de quelques réactifs.

» Il nous reste maintenant à faire connaître la méthode d'*analyse quantitative*, que nous suivons pour doser ces trois principes constitutifs du tissu ligneux.

Analyse quantitative du tissu ligneux.

» *Dosage de la substance cellulosique.* — Nous pesons 1 gramme de sciure de bois desséchée à 130 degrés, nous l'introduisons dans un flacon d'un

litre rempli d'eau de chlore, et nous laissons l'action se prolonger pendant trente-six heures.

» Le chlore dissout la cuticule ligneuse et certaines parties de la matière incrustante; il laisse à l'état insoluble la substance cellulosique mêlée à une partie de la matière incrustante que le chlore a transformée en un acide complétement soluble dans la potasse. Reprenant donc le résidu par une dissolution alcaline, le lavant à l'acide, puis à l'eau, et le desséchant à 130 degrés, nous obtenons la substance cellulosique dans un état de pureté absolue.

» Il résulte de nos déterminations que le bois de chêne contient environ 40 pour 100 de substance cellulosique; nous en trouvons 39 pour 100 dans le bois de frêne.

» *Dosage de la cuticule ligneuse.* — Nous soumettons pendant trente-six heures 1 gramme de sciure de bois à l'action de l'acide sulfurique qui contient 4 équivalents d'eau; sous cette influence, les parties cellulosique et incrustante se dissolvent complétement; la cuticule ligneuse reste seule en suspension dans la liqueur; dans quelques cas nous remplaçons le premier acide par un autre qui ne contient plus que 2 équivalents d'eau; le résidu est lavé à l'eau ordinaire et à l'eau alcaline, jusqu'à ce que les liqueurs de lavage ne soient plus colorées; il est soumis ensuite à la dessiccation.

» Le dosage de la cuticule se fait ainsi avec exactitude; il nous a permis de reconnaître que le bois de chêne contient environ 20 pour 100 de cuticule; le bois de frêne n'en donne que 17,5 pour 100. Nous avons toujours eu le soin de constater que la cuticule ainsi dosée était pure; elle se dissolvait, sans laisser de résidu, dans l'eau de chlore ou dans l'acide azotique.

» Pour doser la cuticule ligneuse nous avons employé quelquefois l'acide sulfurique concentré : la proportion de ce corps diminue beaucoup; mais nous avons constaté que, dans ce cas, la substance organique est profondément altérée et qu'elle est devenue soluble en partie dans la potasse.

» *Dosage de la matière incrustante.* — Cette dernière partie du tissu ligneux n'a été dosée que par différence.

» En prenant ici comme exemple l'analyse du bois de chêne,

» Dans 100 parties de tissu ligneux desséché nous avons trouvé :

40 parties de substance cellulosique,
20 parties de cuticule ligneuse.

La matière incrustante forme donc les 40 centièmes du tissu ligneux.

» Mais cette partie du bois n'est pas simple, comme nous l'avons dit précédemment; sous l'influence des réactifs, nous avons pu la dédoubler : 1° en substances solubles dans l'eau bouillante; 2° en corps probablement pectosiques qui se dissolvent dans les alcalis étendus; 3° en une substance qui devient soluble dans les alcalis lorsqu'elle a reçu l'influence du chlore.

» En résumé, la composition d'un tissu ligneux comme celui de chêne peut être, d'après nos analyses, représentée de la manière suivante :

Cuticule ligneuse.......	20		
Substance cellulosique...	40		
Matière incrustante.....	40	Matière soluble dans l'eau..........	10
		Corps soluble dans les alcalis........	15
		Corps transformé en acide par l'action du chlore humide..............	15

» En soumettant à l'analyse élémentaire les différentes parties du tissu ligneux, nous avons reconnu que la cuticule ligneuse contient plus de carbone que la substance cellulosique; mais nous ne sommes pas encore en mesure de publier ces résultats analytiques, que nous réservons pour un travail spécial.

» La méthode que nous venons de décrire ne s'applique pas seulement à l'analyse du bois, elle convient à toutes les recherches analytiques que l'on peut entreprendre sur les tissus des végétaux.

» Nous pensons donc qu'elle est appelée à rendre de grands services à la Physiologie et à l'Anatomie végétales.

» Les réactifs chimiques appliqués ainsi à l'étude des tissus feront probablement ressortir des différences qui échappent aux observations microscopiques; ils permettront aussi de suivre les changements que l'organisme apporte dans la constitution anatomique des végétaux.

» Notre désir est de soumettre à une analyse comparative les principaux organes des végétaux. Dans une prochaine communication, nous présenterons la suite de nos recherches à l'Académie. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Extraction et propriétés de la diastase*; *par* **M. Payen**.

« Dans les communications intéressantes que M. Dubrunfaut a dernièrement adressées à l'Académie (1), l'auteur annonce que des traitements énergiques par l'alcool, en vue d'épurer la diastase, lui ont paru

(1) *Comptes rendus*, février 1866, p. 274.

altérer profondément la constitution et les propriétés du principe actif.

» Cette observation que j'ai tout lieu de croire exacte s'accorde parfaitement avec les conclusions d'expériences que j'ai consignées, en 1866, dans les *Annales de Chimie* (1). J'avais dès lors, en effet, recommandé pour l'extraction de la diastase, non-seulement d'éviter les altérations que l'alcool peut produire sur ce principe actif sécrété dans certains organismes des plantes et des animaux, mais encore j'avais signalé plusieurs conditions importantes à remplir pour le succès de cette opération délicate.

» Il ne sera pas inutile peut-être de reproduire ici un extrait de ces indications :

« On doit autant que possible faire usage d'orge de la dernière récolte, » d'une même variété, soumise à une germination régulière; éviter les causes du développement des végétations cryptogamiques qui ne manqueraient pas d'envahir les *grains* détériorés, privés de la faculté germinatrice.

» Lorsque la germination est parvenue au point convenable, c'est-à-dire » dès que presque tous les *grains* montrent la gemmule régulièrement » avancée sous le péricarpe jusqu'à une longueur égale à celle du fruit, il » faut se hâter d'effectuer la dessiccation à l'aide d'un courant d'air dont la » température ne dépasse pas 45 à 50 degrés dans aucune de ses parties.

» Lorsque les radicelles sont desséchées au point d'être toutes devenues » friables on les élimine, après avoir séparé les grains qui n'ont pas mani» festé les signes de la germination (2).

» L'orge germée ainsi obtenue est réduite en poudre grossière, puis macé» rée durant une ou deux heures dans environ deux fois son volume d'eau » à la température de 30 degrés centésimaux. On doit alors extraire promp» tement du mélange la solution aqueuse limpide, par la pression et la » filtration au travers d'un filtre lavé, encore tout humide.

» Le liquide est chauffé à 70 degrés environ dans un bain-marie » d'eau dont la température est maintenue à + 75 degrés au plus.

» Dès que les *substances albumineuses* sont suffisamment coagulées, on fil» tre le liquide avec les mêmes soins que la première fois. La solution lim» pide est aussitôt soumise au traitement ci-après.

» On y verse de l'alcool, en agitant, afin d'éviter que ce réactif ne se » trouve en excès successivement dans toutes les parties où il tombe direc-

---

(1) *Annales de Chimie*, t. VII, p. 386 et 387, et *Annales du Conservatoire*, t. VI, p. 437.

(2) On simplifie beaucoup cette opération en choisissant dans le germoir d'un brasseur de l'orge régulièrement germée, surtout en mars, avril et mai, la faisant dessécher, éliminant les radicelles, etc.

» tement; car l'excès d'alcool pourrait amoindrir ou même paralyser l'é- » nergie de la diastase. Par la même raison, il convient d'éviter de faire » usage d'alcool anhydre. En tout cas, une seule précipitation peut suffire.

» La diastase est recueillie sur un filtre, on l'enlève encore humide pour » l'étendre aussitôt sur une lame de verre ou de porcelaine et la dessécher » à basse température, dans le vide ou par un courant d'air; enfin on la » pulvérise (1). »

» Rappelant ensuite les résultats de nos expériences avec M. Persoz, sur la diastase qui avait dissous et transformé partiellement en glucose 2000 fois son poids de fécule, j'ajoutais : « Sans doute ce n'est pas là encore la limite » de son pouvoir, car on ne saurait admettre que ce principe immédiat eût » été obtenu absolument pur et exempt de toute altération. »

» Quant aux proportions de glucose directement produites par la réaction de la diastase sur la fécule, j'ai indiqué en 1862 (*Annales du Conservatoire*, t. III, p. 601) les conditions expérimentales dans lesquelles on parvient à les porter jusqu'à 0,527, ainsi que les conditions plus complexes qui permettent, avec le concours de la levûre, de transformer successivement en glucose et en alcool toute la substance amylacée. De son côté un habile chimiste, M. Musculus, avait démontré que la saccharification directe par la diastase s'arrête à un certain terme où la glucose et la dextrine, produits de cette réaction, demeurent en présence.

» M. Dubrunfaut annonce que le principe actif de l'orge germée peut fluidifier cent mille et même deux cent mille fois son poids de matière amylacée, ou produire la saccharification parfaite de dix mille fois son poids de fécule : nous serions heureux et empressé de constater ces faits importants aussitôt que nous pourrions connaître les conditions de l'expérience. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Des vaisseaux propres et du tannin dans les Musacées* (première partie); *par* **M. A. Trécul.**

« J.-J.-P. Moldenhawer (*Beiträge;* Kiel, 1812) a dit que le Bananier

---

(1) C'est à l'aide d'un traitement analogue que depuis la publication de notre premier Mémoire, on est parvenu à extraire d'autres principes actifs, également neutres, notamment la pepsine ou *gastérase*, la *pectase* (Fremy), la *synaptase* (Robiquet), la *zymaze* de la levûre et du foie (Béchamp et A. Estor).

On parviendra probablement à extraire de même la diastase salivaire et la diastase pancréatique dont l'énergie sur la substance amylacée a éte si bien constatée par M. Claude Bernard, outre l'action remarquable du même liquide du pancréas qui dédouble les matières grasses en acides gras et glycérine.

possède un suc propre légèrement blanc, qui rougit à mesure que la plante avance en âge, ou pendant la macération dans l'eau; que les vaisseaux qui contiennent ce suc sont composés de cellules oblongues superposées, dont les cloisons de séparation, percées au milieu, forment un bord annulaire membraneux autour de l'ouverture. Il a vu en outre que ces vaisseaux propres sont irrégulièrement distribués autour des faisceaux fibro-vasculaires.

» M. C.-H. Schultz disait en 1823 (*Die Natur der lebendigen Pflanze*, t. I, p. 516) que Moldenhawer a décrit les vaisseaux du latex du *Musa paradisiaca* comme des tubes articulés, parce qu'il les a examinés seulement à l'état achevé dans des parties vieilles de la plante.

» Meyen (*Phytotomie*, 1830) admettait dans le *Musa* et le *Strelitzia* un système de vaisseaux du latex limités par une membrane très-fine et formant des tubes cylindriques ramifiés et anastomosés en réseau, comme ceux qu'il croyait exister dans toute l'étendue de tous les végétaux lactescents.

» M. Unger (*Anat. und Physiol.* 1855, p. 159) rapporte les laticifères du *Musa* à sa troisième forme, qui apparaît comme des utricules très-allongées, cylindriques, çà et là gonflées et médiocrement ramifiées, dont les extrémités se terminent en pointe immesurable, ou s'unissent les unes aux autres et se fusionnent.

» M. H. Karsten signala, en 1857 (*Bot. Zeit.*) la présence du tannin dans des séries de cellules en forme de tonneau, à l'intérieur du fruit du *Musa sapientum* avant la maturité. Il a observé aussi la même substance dans des séries semblables de cellules des feuilles, et près d'elles il existait des fibres nées de la réunion de telles séries de cellules. — Rien dans les feuilles ne me rappelle ces dernières fibres. De plus, M. Karsten, qui trouve que ces séries de cellules ont de la ressemblance avec les laticifères, ne s'est pas aperçu qu'elles constituent réellement les vaisseaux propres anciennement décrits.

» En 1865 (*Comptes rendus*, t. LX, p. 228), j'ai indiqué l'identité de ces séries de cellules tannifères avec les vaisseaux du latex observés par M. Moldenhawer, dont j'avais déjà confirmé l'observation sur la structure de ces organes en 1857 (*Ann. sc. nat.*, 4e série, t. VII, p. 301).

» Je désire aujourd'hui communiquer à l'Académie des observations plus étendues sur ce sujet, et qui tirent leur intérêt principal de la distribution de ces vaisseaux étudiée plus attentivement, et de leur constitution dans quelques plantes de cette famille peu connues sous ce rapport.

» Le fruit étant la partie où ces vaisseaux propres sont disposés avec le plus de régularité et de symétrie, c'est par lui que je commencerai ma description.

» M. Karsten se borne à dire que les séries de cellules à tannin sont réparties concentriquement dans la chair du fruit. La vérité est qu'à première vue, sous un fort grossissement, elles semblent éparses et sans ordre; mais quand on les étudie sous de faibles objectifs, ou même à l'aide de la loupe, on reconnaît une certaine régularité dans leur disposition. Observées sur des coupes transversales d'une jeune banane de *Musa sinensis*, qui ne contient pas encore d'amidon, et que l'on a fait macérer dans une solution de sulfate de fer, on les remarque sous la forme de points noirs espacés dans des taches blanches, à quelque distance et autour d'un autre point plus ou moins central, dû à la présence d'un ou de quelques vaisseaux spiraux. Un grossissement un peu plus fort fait reconnaître que ces taches blanches sont constituées par un faisceau fibro-vasculaire et par du parenchyme environnant, dans lequel sont distribués les vaisseaux propres. L'ensemble des taches blanches ainsi composées est environné par une sorte de réseau formé par le reste du parenchyme moins serré que celui des taches, et rendu sombre par l'interposition d'une quantité de gaz plus grande que celle qui existe entre les cellules de ces taches blanches.

» Tous les faisceaux contenus dans ces taches n'ont pas la même composition, et il en est de même sous ce rapport dans la tige ou pédoncule commun et dans le pétiole. Les faisceaux sont ordinairement d'autant plus petits qu'ils sont plus périphériques; et ces derniers, les plus petits, ne sont formés que d'un groupe de cellules allongées, fibreuses, non épaissies, sans vaisseaux spiraux. Les faisceaux un peu plus internes et un peu plus volumineux ont un seul vaisseau spiral étroit, ou deux sur leur côté interne. Ce vaisseau augmente de diamètre dans les faisceaux plus éloignés de la circonférence; et dans les faisceaux les plus volumineux il y a, outre le gros vaisseau, quelques trachées beaucoup plus grêles sur le côté externe de celui-ci, c'est-à-dire entre lui et le groupe dit du tissu cribreux. Assez souvent aussi il en existe un ou quelques-uns, grêles également, sur le côté opposé ou antilibérien du gros vaisseau. Ils sont quelquefois annelés.

» C'est autour des faisceaux ainsi composés que sont répartis les laticifères. Ils sont en nombre variable suivant la dimension des faisceaux. Les plus petits de ces derniers sont même fréquemment privés de vaisseaux propres, et ceux qui sont un peu plus gros, mais encore dépourvus de trachées, peuvent avoir un seul laticifère, qui est situé près de leur face in-

terne. Des faisceaux plus volumineux sont accompagnés de deux, de trois ou d'un plus grand nombre de ces laticifères. S'il y en a deux, l'un est sur la face interne et l'autre sur l'un des côtés. S'il y en a trois, un d'eux est sur la face interne et deux sont latéraux, un de chaque côté. S'il y en a quatre, le quatrième est sur la face externe ou libérienne du faisceau. Autour des faisceaux fibro-vasculaires plus considérables encore, on peut observer cinq ou six vaisseaux propres, et même assez souvent sept. Le plus grand nombre des laticifères se trouve autour des faisceaux de la région la plus interne du péricarpe.

» Dans un très-jeune fruit avorté du *Musa Ensete*, qui commençait à jaunir, et qui malgré cela était très-riche en tannin, les vaisseaux propres avaient la même répartition que dans le fruit précédent, mais il y en avait jusqu'à neuf, dix, onze et douze autour des faisceaux les plus internes, et à l'entour de quelques-uns des faisceaux des cloisons de l'ovaire, ou de ceux des placentas, il existait jusqu'à quinze vaisseaux propres.

» Tous les laticifères dont il vient d'être question sont verticaux comme les faisceaux qu'ils accompagnent; mais près de la face interne du péricarpe il en est d'autres, en assez grand nombre, qui sont étendus horizontalement et parallèlement à cette face interne, comme les faisceaux qu'ils suivent latéralement, ou bien ils décrivent des sinuosités assez souvent considérables, quand les faisceaux qu'ils accompagnent sont sinueux. Ces faisceaux horizontaux ou leurs ramifications, ainsi que des branches des verticaux, et leurs laticifères, se prolongent dans les cloisons qui séparent les loges de l'ovaire, où ils sont en communication avec ceux qui s'y étendent horizontalement aussi, et qui vont aux placentas. Ces mêmes cloisons ont également des faisceaux verticaux accompagnés de même de vaisseaux propres tannifères.

» Outre ces vaisseaux propres, dirigés, soit verticalement, soit horizontalement, on observe encore sur les coupes transversales de la région interne du péricarpe des anneaux complets fort singuliers de cellules à tannin. Ces anneaux, qui ont de $0^{mm},20$ à $0^{mm},40$ de diamètre, entourent le plus souvent un faisceau vasculaire qui semble en occuper le centre, mais qui présente fréquemment des aspects variés que je ne puis décrire ici. On est tenté de croire, à première vue, que l'on a sous les yeux un faisceau entouré d'une gaîne complète de cellules à tannin. Il n'en est rien toutefois, car dans quelques anneaux il n'existe que des cellules parenchymateuses, et dans d'autres on a un groupe de vaisseaux spiraux faisant un coude. Il me paraît que ces anneaux de cellules tannifères sont dus à une disposition particu-

lière des vaisseaux propres autour de certains contournements des faisceaux vasculaires qu'ils accompagnent. Ces anneaux sont parfois reliés latéralement avec les vaisseaux du latex des faisceaux horizontaux. Dans un de ces cas, j'avais sous les yeux un tel anneau de cellules à tannin relié à un faisceau voisin, et cet anneau était de plus entouré complétement par un faisceau circulaire horizontal, qui lui-même était en partie circonscrit par un second anneau, incomplet cette fois, de cellules tannifères. Cette dernière disposition semblait surtout prouver que l'on avait affaire à un contournement spécial de quelques-uns des faisceaux.

» Dans les deux jeunes fruits mentionnés ici, on reconnaissait toujours la limite des cellules constituantes des vaisseaux propres au point de superposition. Ces cellules, dans le très-jeune fruit du *Musa Ensete*, étaient le plus souvent globuleuses, et même quelquefois déprimées suivant leur axe; moins souvent elles étaient elliptiques, et leur longueur égalait alors deux fois leur largeur. Dans le jeune fruit plus âgé du *Musa sinensis*, elles étaient plus longues, et leur paroi de séparation était déjà très-fréquemment perforée. On y voyait les globules passer d'une cellule dans une autre. Ces cellules avaient des longueurs très-diverses dans différents vaisseaux : dans les uns, elles n'avaient que $0^{mm},18$ à $0^{mm},20$ de longueur sur $0^{mm},10$ de largeur; dans d'autres, elles atteignaient de $0^{mm},30$ à $0^{mm},40$ de longueur sur $0^{mm},16$ à $0^{mm},20$ de largeur; ailleurs, ces cellules avaient de $0^{mm},45$ à $0^{mm},50$ de longueur sur $0^{mm},14$ de largeur. Les cellules du parenchyme voisin, beaucoup plus petites, n'avaient que $0^{mm},09$ sur $0^{mm},10$ ou $0^{mm},12$ sur $0^{mm},12$, et ne contenaient encore aucune substance granuleuse.

» Le suc qui sortait des coupes transversales de ce jeune fruit était un peu laiteux. Examiné sous le microscope, celui des laticifères internes était incolore, tandis que celui des vaisseaux propres externes était déjà orangé, et ses globules étaient souvent réunis en masses. Les globules de ce suc avaient de $0^{mm},005$ à $0^{mm},03$, mais dans les autres parties de la plante ils ont jusqu'à $0^{mm},05$ de diamètre. Dans le jeune fruit du *Musa Ensete*, ils avaient jusqu'à $0^{mm},055$.

» MM. Schultz et Karsten regardent ces globules comme des vésicules; M. Unger y a distingué une sorte de membrane. M. Mohl nie leur nature vésiculaire. Il m'est arrivé maintes fois de trouver de ces globules, soit normaux, soit après l'action des dissolvants, en partie vides de la substance dense qui en fait la masse principale. Après une macération très-prolongée dans l'alcool, dans la potasse ou dans l'ammoniaque, ils ont souvent paru intacts, mais souvent aussi ils étaient comme plissés, flasques; leur surface était on-

dulée comme si une membrane limitante avait perdu une partie de son contenu. Si dans ce cas particulier, et dans quelques autres plantes rares, les globules du latex ont un aspect vésiculaire, je suis convaincu que, dans la plupart des latex, ils sont tout à fait liquides. Il est vrai qu'ils peuvent devenir tout à fait solides dans les rameaux des *Clusia* (*Comptes rendus*, t. LXIII, p. 540). Ces globules des *Musa* sont entièrement dissous dans l'éther par un contact prolongé, ce qu'avaient déjà reconnu MM. Mohl et Unger. Tout cela prouve que les corps gras, s'ils en contiennent, doivent entrer pour une bien faible part dans leur constitution. Le caoutchouc, si telle est la substance soluble dans l'éther, insoluble dans l'alcool, dans la potasse et dans l'ammoniaque, en serait le principe immédiat principal.

» J'ai eu l'occasion d'observer le développement de ces globules dans quelques cellules de laticifères du pétiole du *Musa coccinea*. Ils commençaient avec l'apparence de petits corps déprimés appliqués sur la paroi interne des cellules. Ces corps, convexes du côté libre et d'abord très-surbaissés, s'élevaient graduellement; puis, quand ils avaient acquis une certaine dimension, ils se détachaient peu à peu de la paroi sous la forme de globules. La substance de ces globules, en voie de formation, renfermait une certaine quantité de tannin, car elle prenait une teinte bleue-violacée sous l'influence du sulfate de fer, bien que les globules parfaits, dans d'autres vaisseaux propres du voisinage, restassent incolores au milieu du liquide ambiant, qui devenait d'un très-beau bleu par l'action des réactifs.

» Les vaisseaux propres de la tige ou du pédoncule commun sont disposés aussi autour des faisceaux fibro-vasculaires, mais ils y sont répartis avec beaucoup moins de régularité que dans le fruit. Leur distribution ayant beaucoup d'analogie avec celle qui existe dans le pétiole, je ne m'y arrêterai pas ici faute d'espace.

» Comme dans la tige fructifère et dans le fruit, les faisceaux périphériques du pétiole sont les plus ténus. Dans la tige j'ai trouvé ces faisceaux les plus externes séparés de l'épiderme par une ou deux rangées de cellules; dans le pétiole, au contraire, ils sont au contact même de l'épiderme, et consistent chacun en un petit groupe de cellules fibreuses à parois épaisses, qui ont souvent à leur surface une ou deux séries longitudinales de cellules à tannin (*Musa rosacea, zebrina*, etc.). Les faisceaux, un peu plus éloignés de la périphérie du pétiole, ont, sur le côté interne, des vaisseaux spiraux grêles, dont un devient graduellement plus large dans des faisceaux de plus en plus distants de la surface. Les plus gros faisceaux sont partagés longitu-

dinalement en deux parties (l'une libérienne, l'autre fibro-vasculaire) qui, sur la coupe transversale, semblent unies par un col étroit dû à l'interposition du parenchyme entre ces deux parties, de manière à y produire une sorte d'étranglement sous le tissu dit *cribreux*. Le groupe libérien est composé d'un arc de fibres du liber qui embrasse plus ou moins le tissu cribreux, formé lui-même de deux sortes de cellules : les unes relativement larges, répandues entre les autres qui sont beaucoup plus étroites. Le groupe vasculaire consiste en un gros vaisseau spiral qui atteint jusqu'à $0^{mm},20$ et $0^{mm},25$ de diamètre. Il a sur sa face externe, tournée du côté du liber, quelques vaisseaux spiraux grêles, et, sur la face opposée ou interne, des vaisseaux grêles également, qui souvent sont annelés. Un groupe ou arc de cellules fibreuses, plus ou moins considérable, embrasse le faisceau sur ce même côté interne.

» Ainsi que je l'ai dit, les vaisseaux propres sont distribués autour de ces faisceaux moins régulièrement qu'autour des plus gros faisceaux du fruit. Pourtant, dans quelques espèces ou variétés, on les trouve symétriquement disposés à l'entour de bon nombre de faisceaux. Dans le *Musa vittata*, etc., par exemple, j'en ai assez souvent observé six autour d'un même faisceau. Quand il y en a six, l'un d'eux est ordinairement au dos du liber, et un autre de chaque côté du groupe libérien ; un quatrième est à la face interne du groupe vasculaire, et les deux autres sur les côtés de celui-ci. Telle est la disposition que j'appellerai *typique*. Mais il est rare que les six laticifères existent en même temps. On n'en trouve fréquemment que cinq, quatre, trois, deux, ou seulement un; mais ceux qui existent occupent une des six positions indiquées. Quelquefois, cependant, les deux *latéraux* du groupe vasculaire s'écartent de la position normale et sont alors opposés au col étroit qui sépare la partie libérienne de la partie vasculaire.

» Ces vaisseaux propres ne sont que rarement au contact même des éléments du faisceau ; ils en sont le plus souvent séparés par une ou deux rangées de cellules parenchymateuses.

» Le *Musa zebrina* m'a offert quelques exemples fort siguliers de vaisseaux propres à suc incolore, qui ne bleuissait pas sous l'influence du sel de fer. Et pourtant j'avais bien affaire à de vrais laticifères, car ce suc contenait les globules caractéristiques de ce latex.

» Dans ces faisceaux des *Musa* les laticifères ne sont pas les seuls organes susceptibles de renfermer du tannin. On en trouve assez souvent dans quelques-uns des éléments du tissu cribreux, et fréquemment aussi dans quelques-uns des vaisseaux spiraux (*Musa vittata*, *dacca*, etc.) Les plus volu-

mineux de ces derniers peuvent contenir un suc finement granuleux, un peu rosé ou faiblement rougeâtre. Ce suc coloré des vaisseaux spiraux n'est point dû à l'épanchement de celui des vaisseaux propres après la section; car le latex de ces derniers avait une teinte différente : tantôt il était rouge brique, ou orangé beaucoup plus foncé (*Musa sinensis*), tantôt il était presque incolore, tandis que le suc des vaisseaux spiraux voisins était rougeâtre (*Musa vittata*) (1). La couleur rougeâtre du contenu des vaisseaux spiraux devenait aussi plus intense au contact de l'eau ordinaire, comme Moldenhawer et M. Schultz l'avaient déjà observé pour le contenu des laticifères du *Musa paradisiaca*. En outre, ce suc des vaisseaux spiraux prenait une belle teinte indigo à reflet violacé sous l'influence de la solution de sulfate de fer (*Musa sinensis*, *vittata*, *dacca*). Je dois faire remarquer aussi que je n'ai jamais aperçu dans ce suc des vaisseaux spiraux de gros globules comme ceux que renferment les laticifères. Quelques-uns de ces gros vaisseaux spiraux, quoique dépourvus du suc que je viens de mentionner, bleuissaient, mais alors leur membrane seule était colorée. Les vaisseaux spiraux plus petits des faisceaux périphériques peuvent également se colorer en bleu, sous l'influence du même réactif. J'ai quelquefois vu aussi, avec une teinte très-légèrement rougeâtre, les vaisseaux spiraux des faisceaux grêles qui serpentent horizontalement dans le parenchyme, et qui aboutissent aux petits vaisseaux antérieurs sous-libériens des gros faisceaux verticaux. Ces faisceaux horizontaux ne vont pas d'un faisceau vertical au faisceau semblable le plus rapproché; ils passent ordinairement par-dessus un tel faisceau ou deux, en arrière du côté trachéen, pour aller s'unir aux petits vaisseaux spiraux d'un faisceau vertical plus éloigné, ainsi que cela est bien connu du reste. Ces faisceaux horizontaux s'anastomosent quelquefois entre eux.

» On rencontre aussi dans l'intérieur des faisceaux, au contact même des gros vaisseaux spiraux, des petites cellules oblongues qui ont de $0^{mm},11$ à $0^{mm},18$ de longueur, sur $0^{mm},01$ de largeur, et qui prennent une belle teinte bleue sous l'influence du sel de fer (*Musa Ensete*, etc.) Enfin, dans le parenchyme du pétiole, ainsi que dans celui de la tige et du fruit, sont éparses des utricules à tannin en assez grand nombre. Elles sont souvent de plus petite dimension que les cellules environnantes. Il y en a aussi d'assez nombreuses, arrondies, ovoïdes ou obscurément triangulaires,

---

(1) Le nom des *Musa sinensis* et *vittata* que je donne ici, ne veut pas dire que l'on retrouvera toujours, dans ces plantes, les teintes telles que je les signale ici, parce que la couleur de ces sucs varie avec l'âge, et par conséquent avec les spécimens. (*Note de l'Auteur.*)

mêlées aux cellules étoilées qui composent les cloisons transversales, par lesquelles les lacunes du pétiole sont çà et là interrompues. »

THERMOCHIMIE. — *Réponse à une Note précédente de* M. Raoult (1); *par* **M. P.-A. Favre.**

« M. Raoult, dans une voie que j'ai ouverte depuis bien des années, a publié des recherches dont je n'avais pas à parler dans ma communication.

» Les expérimentateurs et les savants sont appelés à juger ses expériences, ainsi que les conclusions qu'il a cru pouvoir en tirer.

» Je n'ai pas jugé nécessaire de faire observer à M. Raoult qu'il se trompait lorsqu'il présentait certaines considérations comme nouvelles. La science n'a rien à gagner à un débat de ce genre.

» Je ne comprends pas le motif qui a déterminé l'auteur à adresser à l'Académie quelques observations relatives à une partie de ma dernière communication. J'y répondrai uniquement pour bien établir que je n'accepte nullement cette assertion, savoir : « que mes résultats sont, dans leur » ensemble, parfaitement d'accord avec ceux qu'il a soumis à l'Académie en » 1864. »

» Il y a bien longtemps que, après M. Ed. Becquerel, Silbermann et moi nous avons montré qu'un voltamètre, introduit dans un circuit voltaïque, détruit une quantité de chaleur plus grande que celle qui est nécessaire à la décomposition accomplie. Seulement, dans mes dernières recherches, je fais voir que la décomposition accomplie par M. Raoult n'est qu'une décomposition apparente (par exemple la décomposition de l'eau dans le voltamètre acidulé par l'acide sulfurique). C'est cette décomposition réelle, et non la décomposition apparente, qui explique l'emprunt de chaleur fait à la pile, emprunt qui se montre bien supérieur à celui que nécessiterait la décomposition de l'eau, soustraction faite de la chaleur, également empruntée à la pile, qui correspond à la résistance physique du voltamètre.

» Il me semble que M. Raoult s'est formé une opinion confuse et inexacte de l'influence exercée sur la production et la distribution de la chaleur dans les couples et les voltamètres par certaines actions que j'ai appelées *secondaires*, et que j'étudie depuis 1853 (2). Les couples et les voltamètres ne diffèrent, lorsqu'ils sont convenablement construits, que par le signe de

(1) Insérée dans les *Comptes rendus* (séance du 24 janvier 1868), p. 353.

(2) Tels sont, par exemple, dans un élément de Smée, d'une part l'oxydation du zinc, la combinaison de cet oxyde avec l'acide sulfurique, l'hydratation du sulfate de zinc formé et sa dissolution dans l'eau, et, d'autre part, la déshydratation de l'acide sulfurique, etc.

l'action chimique qui s'y passe, contrairement à ce que semble penser M. Raoult. Ce physicien dit que : « il pourrait bien se produire aux élec-
» trodes des corps instables, tels que le bioxyde d'hydrogène », ce que je ne conteste pas; mais il ajoute, et je complète ici la citation qu'il fait d'un passage de son Mémoire : « Il est possible que, dans les composés oxygénés,
» ce soit le bioxyde d'hydrogène lui-même qui soit *d'abord* isolé à l'élec-
» trode positif. » C'est ce que je ne puis admettre, car le bioxyde d'hydrogène ne peut pas être un produit direct de l'électrolyse, ainsi que je l'ai démontré. Puis il ajoute : « du moins, quand le courant est fort, » ce qui est une condition contraire à sa formation indirecte. Quel serait donc, dans le cas de séparation directe du bioxyde d'hydrogène, le genre de décomposition électrolytique qui se produirait dans le voltamètre? M. Raoult continue et dit : « On voit, en effet, que, dans le voltamètre à sulfate de
» cuivre, la chaleur locale maximum est de 7997, nombre qui se rapproche
» assez de 10424, chaleur dégagée par la décomposition du bioxyde d'hy-
» drogène. » Mais puisque, ainsi que je viens de le dire, la formation directe du bioxyde d'hydrogène ne peut pas avoir lieu, on ne peut plus expliquer ainsi les différences considérables (que j'ai trouvées plus considérables encore) dans les quantités de chaleur que dégage un voltamètre à lames de platine plongeant dans le sulfate de cuivre, suivant que le courant est fort ou faible. M. Raoult ne peut donc plus parler de cette formation pour combattre l'explication que je donne du dégagement d'*une partie* de la chaleur accusée par le calorimètre qui renferme le voltamètre. J'ai dit *une partie;* je me suis bien gardé de dire *la totalité,* ce à quoi M. Raoult n'a pas fait attention lorsqu'il dit : « Si telle était en effet la cause de la chaleur *locale*
» (le passage des corps de l'*état naissant* à l'*état ordinaire*), celle-ci ne dé-
» pendrait que de l'action chimique accomplie dans le voltamètre; or c'est
» ce qui n'est pas. J'ai trouvé, en effet, qu'elle varie, etc. »

» J'ai constaté moi-même que cette quantité de chaleur variait bien plus que M. Raoult ne l'a trouvé lui-même. C'est, en effet, ce qui doit se produire lorsqu'on fait varier les conditions de l'expérience, et ce qu'on peut expliquer lorsqu'on possède des données expérimentales essentielles qui ont manqué à l'auteur de la Note. Cette action locale, due à l'action chimique, peut être supérieure ou plus faible que la quantité de chaleur due à la résistance physique du voltamètre; elle peut même être nulle, ainsi que cela peut avoir lieu dans l'électrolyse de l'acide iodhydrique (1). En effet, lorsqu'on électrolyse cet acide dans certaines condi-

(1) Dans des voltamètres à lames métalliques plongeant dans un sel de même métal

tions, et en ayant soin de ralentir l'action de la pile à l'aide d'un rhéostat qui joue le rôle de *frein*, la chaleur se distribue dans le circuit comme si le voltamètre à lames de platine (plongeant dans l'acide qui tient en dissolution de l'iode provenant d'opérations antérieures) n'existait pas, ou comme si l'iode dissous possédait la conductibilité métallique. Je dois ajouter que, dans ce cas, la chaleur locale due à la résistance physique du voltamètre n'est pas appréciable, ce qui s'explique par l'action du rhéostat. En définitive, le voltamètre, dans ces conditions, semble fonctionner comme un voltamètre à lames d'iode.

» Lorsque, en 1853, j'ai publié la première partie de mes recherches thermiques sur les courants hydro-électriques, j'ai pris pour titre : « Sur les » effets calorifiques développés par le circuit voltaïque dans leurs rapports » avec l'action chimique qui donne naissance au courant et avec les dé- » compositions électrochimiques que le courant peut provoquer. » On trouve dans ces lignes l'énoncé complet d'un phénomène complexe, que M. Raoult devait étudier plus tard sous une de ses faces. Je n'ai pas eu besoin de créer des expressions nouvelles pour me faire suffisamment comprendre.

» M. Raoult a cru « pouvoir créer des expressions nouvelles pour abré- » ger le discours. » Je le regrette, car elles rendent son exposé trop souvent obscur dans son Mémoire. Il en est de même des conclusions qu'il ne reproduit « qu'à peu près » dans sa Note, pour des motifs que je ne m'explique pas, puisque ces conclusions ne se rapportent nullement à ma communication. En effet :

» La conclusion (1°) n'est qu'un simple énoncé d'un fait qui n'avait pas besoin d'être prouvé ni discuté, et par conséquent d'être formulé d'une manière spéciale, avec une explication (de la chaleur que détruit un voltamètre, dans le circuit entier, par le courant inverse qu'il produit) donnée par M. Raoult, et que je n'ai pas à discuter ici.

» J'en dirai autant relativement à la conclusion (3°).

» Quant à la conclusion (2°), si je l'ai bien comprise en recourant au Mémoire original (*Historique*), elle serait opposée à celle de M. Ed. Becquerel, que nous n'avons fait que confirmer, Silbermann et moi, par des expé-

---

que les lames, ou bien encore dans un couple où se décompose le sulfate de zinc qui s'est formé, et qui fonctionne alors comme voltamètre à deux lames de zinc et à actions plus ou moins compensées, la chaleur locale due à l'action chimique est très-faible. C'est ce que je démontrerai dans un Mémoire que j'aurai l'honneur de présenter très-prochainement à l'Académie.

riences déjà bien anciennes, et que des expériences plus récentes sont venues confirmer encore.

» Il faut bien le dire, M. Raoult ne pouvait pas mesurer la distribution dans le circuit voltaïque de la *totalité* de la chaleur qui est mise en jeu par la pile; il ne pouvait pas régler convenablement sa dépense dans le voltamètre; il a donc demandé à ses expériences plus qu'elles ne pouvaient lui donner.

» En résumé :

» Si je n'ai rien emprunté à M. Raoult, à qui je ne pouvais rien emprunter encore, il m'a beaucoup emprunté; c'était son droit, et je serais loin de lui faire un reproche si, certainement sans s'en être rendu compte, il n'était allé plus loin dans la *récapitulation* placée à la fin de son Mémoire et que je cite à mon tour :

« 1° J'ai, le premier, mesuré et comparé la chaleur chimique et la chaleur voltaïque des piles.

» 2° J'ai découvert les véritables lois qui président au dégagement de la chaleur dans les voltamètres.

» 3° J'ai donné, le premier, le moyen de mesurer la chaleur dégagée ou absorbée dans les actions chimiques accomplies sous l'influence des courants électriques. »

» Si, après la lecture de ces lignes et pendant deux années, j'ai gardé le silence, si même, depuis cette lecture, je n'ai pas cessé de donner à M. Raoult des témoignages d'intérêt, il doit comprendre combien il m'a été pénible de rompre ce silence. Il doit comprendre également que s'il veut entrer de nouveau dans cette voie de revendication, je ne l'y suivrai plus. Il vaut bien mieux laisser aux savants le soin de juger la valeur de nos œuvres respectives et le soin de faire la part que chacun a méritée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le terme correspondant à l'acide benzoïque dans la série naphtalique; par* **M. A.-W. Hofmann.**

« En présentant, il y a plus d'un an, à l'Académie, un travail sur la transformation des monamines aromatiques en acides plus riches en carbone, j'ai constaté en passant l'existence d'un acide qui est à la naphtaline ce que l'acide benzoïque est au benzol. Depuis lors, j'ai préparé cet acide en plus forte proportion et, dans ces derniers temps, je me suis occupé de son étude avec un soin tout particulier. Voici les résultats de mes recherches.

» La matière première qui m'a servi à produire le nouvel acide est la naphtylamine. Cette substance, qui jusqu'à il y a peu de temps ne présentait qu'un intérêt exclusivement scientifique, se prépare maintenant en grand pour les besoins de l'industrie. Actuellement, on extrait surtout de la naphtylamine une belle substance jaune et cristallisée, l'*acide binitronaphtalique* découvert par M. Martius, et appliqué par lui à la teinture sous le nom de *jaune de Manchester*. La naphtylamine qu'on trouve dans le commerce est loin d'être un corps pur. Elle se présente sous la forme d'une masse fondue d'une couleur brune, qui renferme une certaine proportion de produits résineux, et surtout une quantité notable de naphtaline. La purification de la matière brute offre certaines difficultés; cependant on peut obtenir des cristaux suffisamment purs en la faisant cristalliser dans l'huile de pétrole.

» Il était inutile pour moi de soumettre la naphtylamine du commerce a aucune purification. Je me contentai d'y ajouter de l'acide oxalique pulvérisé, en proportion telle, que le mélange renfermât, outre l'oxalate primaire, une certaine quantité d'acide oxalique libre. Quatre parties de naphtylamine du commerce et cinq parties d'acide oxalique cristallisé m'ont donné des résultats satisfaisants.

» On soumet directement ce mélange à la distillation, dans un de ces pots de fer servant à la fabrication du cyanure de potassium, qu'on ferme par un couvercle muni d'un tube abducteur. Au commencement de l'opération, il se dégage de l'eau et de la naphtaline, qu'on laisse échapper. Mais bientôt on voit apparaître une substance huileuse qui ne tarde pas à se solidifier. Elle est composée de naphtylformamide, de naphtyloxamide, d'oxalate de naphtylamine, de naphtylamine et d'eau. Ce mélange est soumis à l'action d'un courant de vapeur d'eau, qui entraîne avec elle des quantités notables d'une huile opaque et d'une couleur brune ayant une densité plus forte que celle de l'eau.

» L'analyse de ce corps m'amène à lui donner le nom de *cyanure de naphtyle*, et me prouve que la succession des transformations de la naphtylamine sous l'action de l'acide oxalique est tout à fait analogue à celle que mes expériences précédentes ont constatée pour l'aniline et la toluidine.

» En premier lieu, l'oxalate primaire de la naphtylamine avait donné naissance à la naphtylformamide :

$$\left.\begin{matrix}(C^2O^2)'' \\ H^2\end{matrix}\right\} O^2 + \left.\begin{matrix}C^{10}H^7 \\ H \\ H\end{matrix}\right\} N = \left.\begin{matrix}CHO \\ C^{10}H^7 \\ H\end{matrix}\right\} N + H^2O + CO^2;$$

cette dernière, par la séparation d'une molécule d'eau, s'était transformée en cyanure de naphtyle :

$$\left.\begin{matrix}CHO\\C^{10}H^{7}\\H\end{matrix}\right\}N = C^{10}H^{7}CN + H^{2}O.$$

La purification du produit brut ne présente aucune difficulté. On sépare l'huile de l'eau en la reprenant par l'éther, on évapore l'éther; puis le résidu huileux est soumis à la distillation. Ce n'est qu'à 218 ou 220 degrés que le thermomètre devient stationnaire. La partie qui distille à cette température ne tarde pas à se solidifier. On connaît à l'odeur, au point d'ébullition, au point de fusion et aux autres propriétés, que ce corps est de la naphtaline, à laquelle se trouve mêlée une petite quantité d'une substance ayant une odeur aromatique particulière et bouillant à une température supérieure. Le point d'ébullition monte ensuite rapidement à 290 degrés, et, à 300 degrés, le reste du liquide a distillé sous forme d'un liquide jaune clair, qui se prend en une masse cristalline blanche par un séjour prolongé dans une chambre froide. L'huile se solidifie presque aussitôt par l'immersion dans un mélange réfrigérant. Une fois solidifié, il ne reprend pas l'état liquide à la température ordinaire. On peut obtenir ce corps à l'état de pureté parfaite en le laissant cristalliser dans l'alcool, où il est très-facilement soluble. Mélange-t-on la solution alcoolique avec de l'eau, le corps se sépare de nouveau à l'état d'huile, et on le voit alors se solidifier au bout de quelques minutes. Les cristaux fondent à 33°,5; fondus, ils ont une densité plus grande que celle de l'eau; le point d'ébullition est 296 degrés (corr.).

» Le nouveau produit cristallisé correspond, dans la série naphtalique, au benzonitrile de la série benzoïque. Comme on a pu le voir dans l'équation ci-dessus, il renferme

$$C^{11}H^{7}N.$$

Quoique la formation et la composition de cette combinaison indiquassent assez nettement sa place dans le système des corps, il était néanmoins nécessaire d'écarter les derniers doutes en étudiant ses transformations. En effet, si ce corps appartenait aux nitriles, il devait, soumis à l'action des hydrates métalliques puissants, fixer une molécule d'eau pour se transformer en amide, qui, à son tour, absorbant encore une molécule d'eau, donnerait naissance à la formation d'un sel ammonique. L'expérience a confirmé ces prévisions.

» Si l'on dissout le nitrile dans de la soude alcoolique, il ne se dégage

que des traces d'ammoniaque, mais, en y ajoutant de l'eau, on reconnaît de suite la transformation du nitrile en un nouveau composé. Les cristaux déposés sont peu solubles dans l'alcool et ne fondent que difficilement. On les obtient à l'état de pureté par des cristallisations répétées dans l'alcool bouillant; ils se présentent alors sous forme de fines aiguilles blanches, qui fondent à 202 degrés et se subliment à une très-haute température. L'analyse a montré que leur formule est

$$C^{14}H^{9}NO,$$

et qu'ils proviennent par conséquent du nitrile par l'assimilation d'une molécule d'eau :

$$C^{14}H^{7}N + H^{2}O = C^{14}H^{9}NO.$$

Les cristaux peu solubles sont donc l'amide dérivé du nitrile.

» On a déjà mentionné qu'il s'était séparé de l'ammoniaque lors de la formation des cristaux peu solubles.

» Le dégagement d'ammoniaque ne pouvait résulter que d'une nouvelle altération de ces cristaux. Évidemment, l'amide, fixant une seconde molécule d'eau, s'était transformé en partie en sel ammonique d'un nouvel acide

$$C^{14}H^{9}NO + H^{2}O = C^{14}H^{11}NO^{2} = C^{14}H^{7}(H^{4}N)O^{2},$$

qui, à son tour, par l'action de la soude, était devenu sel sodique en dégageant de l'ammoniaque. En effet, on n'avait qu'à ajouter de l'acide chlorhydrique à la solution alcaline pour précipiter en abondance un acide cristallin, dont les propriétés rappelaient vivement celles de l'acide benzoïque.

» L'acide dont je viens de décrire la formation est le plus intéressant des trois corps ci-dessus mentionnés. C'était évidemment le point de départ d'un nouveau groupe de composés aussi nombreux et aussi variés que ceux de la série benzoïque. Il s'agissait donc de produire l'acide en grande quantité. Pour cela, il était inutile d'obtenir le nitrile ou l'amide à l'état de pureté. On n'avait qu'à traiter le nitrile brut par une lessive de soude alcoolique jusqu'à la cessation du dégagement d'ammoniaque, à faire évaporer l'alcool et à décomposer le liquide alcalin par l'acide chlorhydrique pour obtenir un abondant précipité du nouvel acide. On purifiait l'acide en le lavant et en le faisant ensuite cristalliser dans l'alcool ou encore mieux dans l'eau bouillante, quoiqu'il y soit très-peu soluble.

» L'acide pur cristallise en aiguilles blanches, qui fondent à 160 degrés.

Solidifié après la fusion, ce corps est plus lourd que l'eau. Soumis à l'action d'une température plus élevée, l'acide se sublime, le point d'ébullition se trouve au delà de 300 degrés.

» L'acide n'a presque pas d'odeur ni de saveur; légèrement chauffé, il répand une odeur analogue à celle de la naphtaline; les vapeurs provoquent la toux. Les solutions de l'acide ont une réaction franchement acide. Elles décomposent avec facilité les carbonates alcalins.

» En me basant sur un principe dont je me suis servi déjà à plusieurs reprises, je propose de nommer le nouvel acide *acide menaphtoxylique* ou *acide naphtalinecarboxylique*. L'amide et le nitrile prendraient naturellement alors les noms de *menaphtoxylamide* et de *menaphtenylnitrile*.

» Qu'il me soit permis d'ajouter encore quelques observations que j'ai eu l'occasion de faire sur ces nouveaux corps.

» Vu la facilité avec laquelle le nitrile fixe l'eau, on ne pouvait douter qu'il fixerait aussi de l'acide sulfhydrique pour produire un corps analogue au thiobenzonitrile découvert par M. Cahours.

» En effet, le nitrile, dissous dans du sulfhydrate d'ammoniaque alcoolique et maintenu pendant quelque temps à la température de 100 degrés, se combine aisément avec une molécule d'hydrogène sulfuré et se transforme en un corps bien cristallisé, facilement soluble dans l'alcool, fusible à 126 degrés, et dont la composition est représentée par la formule suivante :

$$C^{11}H^7N + H^2S = C^{11}H^9NS.$$

» J'ai étudié d'une manière spéciale l'acide menaphtoxylique. C'est un acide monobasique, comme l'acide benzoïque, avec lequel il a une très-grande analogie. Le *sel d'argent* que l'on obtient en décomposant le sel ammonique par le nitrate d'argent est un précipité cristallisé presque insoluble dans l'eau. Sa composition est

$$C^{11}H^7AgO^2.$$

» Les *sels de baryum* et *de calcium* s'obtiennent en beaux cristaux peu solubles dans l'eau. On les prépare par double décomposition et on les purifie en les faisant cristalliser à plusieurs reprises.

» Le sel de baryum se présente sous forme d'aiguilles blanches. Desséchées dans le vide, elles renferment

$$\left.\begin{matrix} C^{11}H^7 \\ C^{11}H^7 \end{matrix}\right\} Ba'' \left\{\begin{matrix} O^2 \\ O^2 \end{matrix}\right. + 4H^2O;$$

l'eau disparaît à 110 degrés.

» Le sel de calcium revêt une forme analogue. La formule du sel desséché dans le vide est

$$\left.\begin{matrix} C^{11}H^{7} \\ C^{11}H^{7} \end{matrix}\right\} Ca'' \left\{\begin{matrix} O^{2} \\ O^{2} \end{matrix}\right. + 2H^{2}O;$$

ce sel, de même que le précédent, perd toute son eau à 110 degrés.

» Le sel de cuivre est un précipité vert; celui du plomb un précipité blanc.

» L'acide se comporte d'une manière très-caractéristique lorsqu'on le distille avec de la baryte caustique. Fidèle aux traditions de l'acide benzoïque, l'acide menaphtoxylique se scinde en acide carbonique et naphtaline,

$$C^{11}H^{8}O^{2} = C^{10}H^{8} + CO^{2}.$$

» La naphtaline ainsi obtenue possède le même point de fusion et les mêmes propriétés que la naphtaline produite par la distillation de la houille.

» En soumettant à la distillation sèche le sel de calcium, on obtient une huile aromatique qui cristallise peu à peu. C'est probablement le métone de la série.

» Si l'on fait agir l'acide nitrique sur l'acide menaphtoxylique, il se forme un bel acide nitré. Si l'on chauffe avec de l'acide nitrique concentré, on donne naissance à un corps cristallisé difficilement soluble, qui n'est plus acide.

» Mentionnons encore quelques expériences sur le chlorure correspondant à l'acide et sur les dérivés de ce chlorure.

» Mélange-t-on environ 4 parties d'acide menaphtoxylique fondu et pulvérisé avec 5 parties de perchlorure de phosphore, les deux corps agissent aussitôt l'un sur l'autre. Le mélange se liquéfie à la température ordinaire; modérément chauffé, il s'en dégage en abondance de l'acide chlorhydrique et de l'oxychlorure de phosphore. Le point d'ébullition s'élève rapidement jusqu'à 300 degrés. La fraction qui distille entre 296 et 298 degrés est le *chlorure de l'acide menaphtoxylique* à l'état de pureté. Son point d'ébullition est très-près de 297°,5. A une température moyenne, le chlorure menaphtoxylique est un liquide lourd; on le voit se solidifier quand on abaisse la température.

» Sa composition est

$$C^{11}H^{7}OCl.$$

» Il se comporte comme la plupart des chlorures des acides aromatiques.

Exposé à l'air, il absorbe de l'humidité et se transforme peu à peu en acide menaphtoxylique en dégageant de l'acide chlorhydrique. En ajoutant de l'eau, la réaction devient instantanée. Traité par l'ammoniaque, le chlorure fournit la *menaphtoxylamide* avec toutes les propriétés du corps, que l'on obtient par l'action d'une solution alcoolique de potasse sur le nitrile.

» Si l'on met en contact le chlorure menaphtoxylique avec une solution alcoolique d'aniline, on voit se former rapidement une masse cristalline blanche d'un éclat soyeux, qu'on peut facilement purifier par des cristallisations répétées dans l'alcool. Cette substance est la *menaphtoxylphenylamide :*

$$C^{17}H^{13}NO = \left. \begin{matrix} C^{11}H^{7}O \\ C^{6}\ H^{5} \\ H \end{matrix} \right\} N.$$

Elle est insoluble dans l'eau, facilement soluble dans l'alcool et fond à 160 degrés.

» Remplace-t-on la solution d'aniline par une solution de naphtylamine, il se produit le composé correspondant naphtylé, la *menaphtoxylnaphthylamide,*

$$C^{21}H^{15}NO = \left. \begin{matrix} C^{11}H^{7}O \\ C^{10}H^{7} \\ H \end{matrix} \right\} N,$$

poudre cristalline, insoluble dans l'eau et le benzole, fort peu soluble dans l'alcool, et dont le point de fusion est à 244 degrés (corr.)

» En traitant le chlorure par l'alcool absolu, on obtient l'*ethylether de l'acide menaphtoxylique,*

$$C^{13}H^{12}O^{2} = \left. \begin{matrix} C^{11}H^{7}O \\ C^{2}\ H^{5} \end{matrix} \right\} O,$$

liquide aromatique, insoluble dans l'eau, bouillant à 309 degrés (corr.)

» L'*anhydridemenaphtoxylique* se prépare facilement par le procédé connu de Gerhardt. Je me suis servi avec avantage du sel calcique desséché à 110 degrés, que j'ai mélangé avec une quantité équivalente du chlorure et maintenu pendant quelque temps à 140 degrés. Le produit de la réaction a été ensuite traité par l'eau et par l'alcool. Le résidu, dissous dans une petite quantité de benzole bouillant, a fourni l'anhydride en petits cristaux prismatiques, dont la composition est

$$C^{22}H^{14}O^{3} = \left. \begin{matrix} C^{11}H^{7}O \\ C^{11}H^{7}O \end{matrix} \right\} O.$$

Il fond à 145 degrés, est insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool, mais se dissout assez facilement dans l'éther et dans le benzole.

» Depuis l'époque où j'ai communiqué à l'Académie la découverte de l'acide dont je viens de tracer l'histoire, on a réussi à le préparer par un procédé évidemment préférable à celui dont je m'étais servi. M. V. Merz, en distillant un mélange de sulfonaphtalate et de cyanure de potassium, a obtenu une huile qui possède la composition et les propriétés du cyanure de naphtyle que j'ai retiré de l'action de l'acide oxalique sur la naphtylamine,

$$C^{10}H^7KSO^3 + KCN = K^2SO^2 + C^{10}H^7CN.$$

» D'après les indications de M. V. Merz, je considère les deux corps comme identiques. Traité par l'hydrate de sodium, ce nitrile donne naissance à un acide que M. Merz appelle *acide naphtalinecarboxylique*. Je suis disposé avec M. Merz à croire à l'identité de l'acide qu'il a observé avec celui dont je viens de parler dans ce Mémoire, quoiqu'il existe encore quelques divergences dans nos observations. M. Merz donne comme point de fusion de son acide la température 140 degrés; l'acide étudié par moi fond à 160 degrés. Pour écarter toute espèce de doute, j'ai répété à plusieurs reprises, après avoir lu le travail de M. Merz, la détermination du point de fusion de mon acide, et je suis toujours arrivé au même résultat. Il est possible qu'en purifiant l'acide de M. Merz par des cristallisations répétées, on arriverait à lui trouver un point de fusion identique à celui de l'acide menaphtoxylique. »

« **M. Dumas**, après avoir fait connaître à l'Académie les résultats pleins d'intérêt auxquels M. Hofmann est parvenu en comparant le nouvel acide à l'acide benzoïque et à l'acide acétique, présente quelques remarques au sujet du nom sous lequel il est désigné par l'auteur.

» Il se trouve parfaitement autorisé à témoigner le regret qu'il éprouve de voir se répandre et s'exagérer l'habitude de traduire les formules chimiques dans les noms des composés qu'elles représentent. Les découvertes de M. Hofmann sont si nombreuses, si dignes d'admiration et si vivement appréciées, que M. Dumas adresse ses remarques plus volontiers à son illustre ami qu'à tout autre.

» Sans examiner si le français se prête aussi facilement que l'allemand à la formation des noms composés et sur-composés, M. Dumas ne peut pas

admettre qu'il soit possible et qu'il soit bon de confondre les formules destinées à être écrites et les noms destinés à être prononcés.

» Ces noms complexes et souvent barbares, loin de rendre l'étude de la Chimie organique plus facile, en éloignent et rebutent tous ceux qui ne peuvent pas en faire leur étude exclusive. Où est le profit?

» Si le nom des habitants d'une ville devait se composer de celui de leurs trois ou quatre aïeux et de celui de leur père et de leur mère, la tenue des registres de l'état civil n'en deviendrait-elle pas assurément bien difficile? Ne serait-ce pas un grand effort de mémoire à accomplir que de se rappeler les noms de quelques centaines de ses concitoyens seulement? Des noms clairs et courts ne rendent-ils pas toutes ces choses simples et commodes au contraire?

» M. Dumas exprime donc le désir que l'emploi de ces noms complexes soit circonscrit aux dérivés secondaires d'un composé, et qu'on n'hésite point à leur substituer, au contraire, des noms courts et arbitraires, pour désigner tous les composés qui constituent des types proprement dits. Ce système, adopté par les sciences naturelles, est le seul qui ait permis de classer sans confusion les espèces qui s'y comptent par centaines de mille.

» Les espèces chimiques devant atteindre tôt ou tard des chiffres du même ordre, le même système de nomenclature, on le reconnaîtra bientôt, est évidemment indispensable à leur égard. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Lettre à M. le Secrétaire perpétuel, sur une éruption volcanique qui s'est produite dans l'État de Nicaragua, le 2 décembre 1867, et qui a duré seize jours; par* M. **Ramon de la Sagra.**

« J'ai l'honneur de vous adresser le numéro du *Diario della Marina*, de la Havane, du 11 janvier dernier, où se trouve la Notice d'une forte éruption volcanique qui a eu lieu, au commencement de décembre, au milieu d'une grande plaine, dans l'État de Nicaragua. L'éruption a commencé par des flammes suivies de fumée, de cendres, puis de sable, en très-grande quantité, qui, après avoir formé un cône régulier de 100 pieds de hauteur, s'est répandu jusqu'à une distance de 50 milles. A la ville de Corinto, située dans ces limites, la quantité de sable tombée était si considérable, que les travaux et les occupations des habitants dans les rues furent interrompus.

» La durée de l'éruption a été de seize jours, depuis le 2 décembre, époque

à laquelle on commença à apercevoir les flammes. Actuellement le cône de sable, élevé au centre de la plaine, est parfaitement visible de la mer. M. Dickeson, Ministre des États-Unis, lui donne une hauteur de 200 pieds (dans une Lettre écrite de Panama), et un diamètre égal au cratère du volcan formé. Le terrain couvert de sable, jusqu'à la mer Pacifique, a une étendue de 50 milles. Il paraît que, pendant l'éruption, les flammes s'élevaient à près de 30 mètres dans l'atmosphère. »

« M. Élie de Beaumont fait observer que l'éruption volcanique annoncée par M. Ramon de la Sagra rappelle, sous plus d'un rapport, celle du volcan de Cosigüina, arrivée le 20 janvier 1835 (voir *Comptes rendus*, t. IV, p. 801, et t. V, p. 75). Le volcan de Cosigüina, dont l'élévation ne dépasse pas 150 mètres, est situé dans la baie de Fonseca, qui fait partie de la côte de l'État de Nicaragua, du côté de l'océan Pacifique. Les cendres de l'éruption commencée le 20 janvier 1835 furent très-abondantes, et les vents les portèrent, les jours suivants, jusqu'à la Jamaïque. »

M. Marès fait hommage à l'Académie d'une brochure qu'il vient de publier « Sur la floraison de la vigne ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de cinq Membres, qui sera chargée de proposer une question pour le concours du grand prix des Sciences physiques à décerner en 1870.

Les Membres qui ont réuni le plus de suffrages sont : MM. Milne Edwards, Boussingault, Cl. Bernard, Brongniart, Chevreul.

Sur la proposition de M. Dumas, l'Académie décide que ces cinq Membres composeront également la Commission chargée de proposer une question pour le concours du prix Bordin.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

THERMODYNAMIQUE. — *Mémoire sur le travail intérieur dans les gaz; par* **M. A. Cazin**, présenté par M. Le Verrier. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Regnault, Combes, Fizeau.)

« J'ai observé les variations de la pression dans une masse gazeuse qui a passé brusquement d'un réservoir dans un autre, depuis l'instant où l'égalité de pression a commencé à s'établir jusqu'à celui où le gaz a repris sa température initiale.

» Voici le principe de la méthode d'observation. Le gaz étant d'abord à la même pression dans les deux réservoirs, on les fait communiquer avec un manomètre à acide sulfurique, et on note la position des niveaux. On ferme une soupape qui intercepte la communication des réservoirs avec le manomètre. A l'aide d'une pompe, on fait passer une partie du gaz de l'un des réservoirs dans l'autre. On ouvre un gros robinet interposé entre les réservoirs, la détente brusque s'opère, et le robinet en mouvement ouvre à son tour la soupape du manomètre. L'appareil fait connaître à quelle époque la détente a commencé, à quelle époque la soupape a été ouverte, et on observe ensuite la position du niveau dans le manomètre à des époques également connues.

» A cet effet, un circuit voltaïque contient un électro-aimant dont l'armure porte un pinceau; le long de ce pinceau se déroule une bande de papier avec une vitesse connue. Le robinet, en tournant, ferme le circuit quand la détente commence, l'ouvre ensuite en même temps que la soupape; enfin, on ferme le circuit pendant un instant très-court à chaque lecture faite sur le manomètre. Il est facile de déduire des traces laissées sur le papier les époques que l'on a besoin de connaître.

» Soient H la différence des niveaux observée à diverses époques, H' la différence finale observée quand le gaz a repris sa température initiale; on trace une courbe ayant pour ordonnées les valeurs $H - H'$, et pour abscisses les temps comptés à partir de l'instant où la détente a commencé.

» En augmentant graduellement l'intervalle de temps qui s'écoule depuis le commencement de la détente jusqu'à l'ouverture de la soupape, et laissant invariables les autres circonstances, on obtient une série de courbes qui se succèdent régulièrement, et dont la comparaison permet de con-

naître la courbe de la pression réelle que possède la masse gazeuse aux diverses époques. On échappe par cet artifice à l'impossibilité d'avoir un manomètre qui indique instantanément la pression variable du gaz.

» Cette méthode est analogue à celle que j'ai déjà employée, en 1862, dans une recherche sur la détente et la compression des gaz. Habituellement on observe les changements des corps à l'aide d'un instrument dans lequel une partie mobile indique presque instantanément l'état des corps. Quand le changement est très-rapide, la partie mobile est toujours en retard, et les déplacements observés ne peuvent conduire immédiatement à la connaissance du changement considéré. Mais si l'on fait varier le retard, et si l'on représente la loi du déplacement dans chaque expérience par une courbe, on peut déduire d'un grand nombre de telles courbes la loi du changement. C'est ainsi que des phénomènes aussi fugitifs que les mouvements d'une masse gazeuse deviennent accessibles à l'observation. J'ai employé un réservoir de 9 litres renfermant du gaz à 4 atmosphères environ, et un réservoir de 34 litres ou 60 litres renfermant le gaz très-raréfié. Le robinet qui séparait les deux réservoirs avait un conduit de 4 centimètres de diamètre.

» Voici le résultat général de mes expériences :

» Dès qu'on fait communiquer entre eux les deux réservoirs, l'égalité de pression s'établit dans un temps inférieur à $0^{sec},1$. Ensuite la pression croît pendant plusieurs secondes, d'abord assez rapidement, puis d'autant plus lentement que le gaz s'écarte davantage de la loi de Mariotte. La pression atteint un maximum, et décroît enfin très-lentement, jusqu'à ce que la température initiale soit rétablie.

» On explique aisément ce résultat en s'appuyant sur les principes de la thermodynamique. Au moment où l'inégalité de pression commence à s'établir, une partie du gaz tourbillonne ; il y a eu abaissement de température dans la partie dilatée, élévation dans la partie comprimée. La force vive de la partie en mouvement est peu à peu convertie en chaleur, par suite la pression croît. Si les parois étaient imperméables à la chaleur, l'équilibre s'établirait sans qu'il y ait aucun travail extérieur mis en jeu, aucune quantité de chaleur prise ou cédée aux corps environnants. La température serait alors inférieure à la température initiale, et la différence serait d'autant plus grande que le gaz s'écarte davantage de la loi de Mariotte. Mais les parois fournissent de la chaleur à la partie froide de la masse gazeuse, en enlèvent au contraire à la partie chaude, sans qu'il y ait compensation exacte entre ces deux effets ; en définitive, la masse totale

reçoit un peu de chaleur du dehors; par conséquent, lorsque le mélange de toutes les parties du gaz est effectué, la température est un peu supérieure à la température initiale et n'y revient qu'au bout d'un temps assez long.

» Ces observations complètent une célèbre expérience dans laquelle M. Joule a cherché l'effet thermique final qui accompagne la détente d'un gaz sans travail extérieur. Cet effet, qu'il est presque impossible d'observer dans l'eau qui environne les réservoirs, est clairement manifeste dans mes expériences. Elles fournissent, sans qu'on ait besoin d'une très-grande pression, une preuve incontestable du refroidissement spontané que subit la masse gazeuse, et font connaître diverses circonstances accessoires. On sait que ce refroidissement démontre l'existence d'une attraction moléculaire dans les gaz, et que la disparition de chaleur qui lui correspond équivaut à la production d'une certaine quantité de travail intérieur. Le calcul de ce travail, dans des conditions déterminées, est une application intéressante des formules de la thermodynamique.

» En traitant une série de problèmes relatifs à cette question, j'ai retrouvé les principales circonstances observées dans mes expériences. J'ai effectué les calculs numériques pour l'acide carbonique en employant une formule empirique qui lie la pression, le volume et la température. Cette formule a été imaginée par M. Rankine, et MM. Joule et Thomson en ont fait usage dans leurs recherches sur l'écoulement des gaz à travers de petits orifices. J'ai seulement changé les constantes de cette formule, afin qu'elle satisfît aux données expérimentales de M. Regnault, qui sont relatives à la compressibilité et à la dilatabilité du gaz acide carbonique. »

PATHOLOGIE. — *Sur une maladie grave, observée dans un troupeau de moutons; par* **MM. A. Landrin** et **L. Marchand.** (Extrait.)

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

« Le 19 février dernier, nous recevions d'un cultivateur des environs d'Amiens une Lettre dans laquelle il nous annonçait l'apparition d'une maladie grave sur son troupeau de moutons. Cette maladie revêtait, disait-il, le caractère épizootique, puisque sur trois cents bêtes environ, plus de cinquante avaient déjà été atteintes, et que sur ce nombre il avait fallu en sacrifier une trentaine, afin d'éviter une mort sans profit, ainsi que cela avait été déjà trop fréquent.

» Dans le troupeau, aucune bête n'avait été introduite depuis le mois de mars de l'année dernière : trois brebis y étaient entrées le 15 jan-

vier 1867, et l'une d'elles était atteinte déjà d'un jetage muqueux très-abondant. Parmi les symptômes observés chez les animaux malades prédominait un battement très-prononcé du flanc, auquel correspondaient, comme signes physiques du côté de la poitrine, un bruit de souffle très-vigoureux, du bruit supplémentaire et des râles sibilants. Chez les animaux très-malades, une prostration très-grande se faisait remarquer, accompagnée de plaintes que le berger compare aux plaintes humaines. Le cœur battait bien et l'auscultation ne faisait pas percevoir de bruits anormaux. Le sang était très-aqueux, et bien que l'état des malades fût très-grave et que la plupart d'entre eux fussent très-amaigris, l'appétit s'était toujours conservé.

» Quant aux lésions observées à l'autopsie, les plus importantes se trouvent dans les poumons; on y remarque, en effet, tous les désordres qu'y causent la bronchite, la pneumonie, l'apoplexie, l'hémorrhagie, l'emphysème vésiculaire, et spécialement tous les caractères anatomo-pathologiques de la phthisie pulmonaire : infiltration tuberculeuse, granulations, masses tuberculeuses, soit à l'état dur, crétacé, soit à l'état mou, caséeux, diffluent et formant parfois des cavernes remplies de pus. Enfin on a constaté dans les bronches la présence du Strongle filaire, en quantité considérable.

» Attendu la gravité de la maladie, qui se présente avec des caractères enzootiques et épizootiques, et dont le développement, par cela même, menace l'intérêt général, nous croyons de notre devoir de signaler de suite le fait lui-même, en le dégageant de toute interprétation, et d'appeler l'attention de tous ceux qui peuvent éclairer cette grave et nouvelle question. »

M. **Gérard** adresse, de Liége, le dessin des moteurs employés dans son télégraphe autographique qui fonctionnait à l'Exposition universelle de 1867, avec une Note sur quelques nouveaux perfectionnements apportés à ce télégraphe.

Cette Note sera renvoyée, comme la précédente, à la Section de Mécanique, à laquelle M. Edm. Becquerel est prié de s'adjoindre.

M. **Trépied** adresse une Note « Sur un théorème de géométrie ».

(Commissaires : MM. Bertrand, Serret.)

M. **Crémieux-Michel** adresse une nouvelle Lettre concernant un remède contre le choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. Tresca prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à l'une des deux places actuellement vacantes dans la Section de Mécanique.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance :

1° Un volume des Transactions de la Société royale d'Édimbourg : ce volume contient quatre Mémoires de *Sir D. Brewster;*

2° Un volume de *M. Gubler* intitulé « Commentaires thérapeutiques du *Codex medicamentarius* » ;

3° Deux brochures publiées par M. l'abbé Moigno, et portant pour titre : « Sept leçons de Physique générale par M. Augustin Cauchy » et « Les éclairages modernes ».

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Réflexions à l'occasion de la Note de* M. H. Sainte-Claire Deville *sur le sidérostat de* Foucault. Note de **M. Laussedat**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Je ne voudrais pas, au milieu des graves discussions qui s'élèvent au sujet de l'héritage scientifique de l'illustre et regretté Léon Foucault, présenter à l'Académie une revendication qui pourrait lui paraître présomptueuse. Mais il doit m'être permis, je pense, de rappeler que des épreuves photographiques intéressantes de l'éclipse de Soleil du 18 juillet 1860 ont été obtenues au foyer d'une lunette calée horizontalement dans une direction fixe et parfaitement déterminée (1), lunette dans laquelle les images du Soleil éclipsé étaient projetées à l'aide d'un héliostat de Silbermann muni d'un miroir en verre argenté par Léon Foucault, dont je m'honore d'avoir été l'ami.

» Tel est aussi, si je ne me trompe, le principe de l'instrument désigné sous le nom de *sidérostat* dans la communication de M. H. Sainte-Claire Deville.

» Je ne prétends en aucune façon, je le répète, réclamer la priorité d'une invention. Les moyens matériels mis à la disposition de l'expédition scien-

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LI, p. 444.

tifique que j'ai eu l'honneur de diriger en Algérie étant extrêmement restreints, nous avions dû nous ingénier et improviser en quelque sorte des appareils. La solution que je viens de rappeler s'est présentée si naturellement à notre esprit, que nous n'avons peut-être pas assez insisté sur ce qu'elle pouvait avoir de neuf et de fécond. Nous ne l'avions cependant pas négligée, et l'année dernière nous l'adoptions encore dans une tentative faite pour observer l'éclipse annulaire du 6 mars, à Salerne (Italie). Cette dernière tentative a été contrariée par le mauvais temps; mais les résultats obtenus en 1860 par mon habile collaborateur M. Aimé Girard avaient été jugés assez remarquables par l'Académie, pour qu'il m'ait paru nécessaire de les rappeler en ce moment (1). Je le fais donc, surtout, afin qu'il soit bien établi, si le sidérostat devient plus tard un instrument astronomique de quelque importance, que l'une de ses principales applications avait été déjà faite avec succès par des observateurs français, dès 1860. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur quelques modifications apportées au procédé d'extraction de l'oxygène de l'air au moyen de la baryte ; par* **M. Gondolo.** (Extrait.)

« M. Boussingault, en 1852, a trouvé qu'en faisant passer sur de la baryte portée au rouge sombre dans un tube en porcelaine un courant d'air, cette matière absorbe l'oxygène et se transforme en bioxyde de baryum, puis que ce bioxyde de baryum chauffé au rouge vif abandonne son oxygène d'une manière tellement facile, que l'on peut fonder sur ce principe une préparation classique de ce gaz, car en répétant l'opération un certain nombre de fois, on voit se reproduire les mêmes réactions. En présence d'un certain nombre de besoins d'oxygène que réclame l'industrie, je me suis demandé si ce procédé ne pouvait pas être mis à profit pour obtenir

---

(1) Voici en quels termes le Rapport fait à l'Académie par M. Faye, en son nom et au nom de MM. Babinet et Delaunay, mentionne l'appareil dont il s'agit et apprécie les résultats obtenus :

« Un héliostat de Silbermann, muni d'un excellent miroir argenté, soigneusement vérifié par M. Foucault, renvoyait dans une lunette fixe et horizontale les rayons du Soleil dont l'image, amplifiée par un oculaire, venait se peindre sur des plaques préparées au collodion sec. Ces empreintes ont bien réussi; elles vont être soumises à des mesures micrométriques dont il nous serait difficile d'apprécier maintenant la portée au point de vue de la détermination des erreurs des Tables lunaires; ce que nous pouvons dire ici, c'est qu'*elles ont un intérêt réel au point de vue physique*, car elles confirment certaines particularités très-curieuses que le croissant a présentées aux observateurs. » (*Comptes rendus*, t. LI, p. 993.)

de grandes quantités d'oxygène, et j'ai la satisfaction d'annoncer que, grâce aux bons conseils de M. Boussingault lui-même, je suis parvenu à réaliser ce problème d'une manière complète.

» Voici quelle est la disposition actuelle de mon appareil : aux tubes de porcelaine, j'ai substitué des tubes de fer forgé ou fonte, que je recouvre intérieurement d'un lut de magnésie et extérieurement d'asbeste, afin de diminuer la porosité du métal et son usure au feu. Ces tubes sont engagés dans un fourneau en briques dont le tirage est muni de registres à coulisses, afin de changer à volonté les températures, et d'obtenir le rouge sombre et le rouge vif sans difficulté. A la baryte j'ajoute un mélange de chaux, de magnésie, et une petite quantité de manganate de potasse, ce qui empêche le *frittage*.

» J'ai pu en effet dans ces conditions faire sans discontinuer jusqu'à 122 alternatives d'oxydation et de désoxydation, et séparer ainsi d'une manière simple, facile et industrielle, l'oxygène et l'azote de l'air. Depuis six mois, mon installation a fonctionné d'une manière à peu près irréprochable. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Moyen de fabriquer des canons d'acier fondu plus résistants et moins coûteux que les grosses pièces d'acier achetées, jusqu'à ce jour, pour les vaisseaux cuirassés; par* **M. Galy-Cazalat.** (Extrait.)

« *Coulée de l'acier sous de grandes pressions.* — On sait que les moules des bouches à feu sont en sable fin, fortement tassé et maintenu par un châssis de fer percé de trous. Ces trous sont destinés à laisser passer dans l'atmosphère les gaz qui se dégagent de l'acier ou de la fonte à travers le sable et le châssis.

» Pour remplir le moule convenablement chauffé, on le fixe verticalement dans une fosse creusée au centre d'une rangée de fours à réverbères, dans lesquels la fonte est préalablement convertie en acier fondu. Cela fait, on ouvre le trou de chaque four pour laisser arriver l'acier fluide dans la bouche du moule fortement chauffé. Quand le métal liquide est presque au niveau de la bouche du moule, on arrête l'écoulement au moyen d'une *quenouillère*. Immédiatement après la coulée, on enlève l'entonnoir contenant l'excès du métal retenu par la quenouillère, puis on ferme hermétiquement le moule. Cette fermeture est opérée, en moins d'une minute, au moyen d'un chapeau de métal, dont les bords sont fixés par des boulons verticaux faisant corps avec le châssis. La circonférence de ce dernier est fermée

hermétiquement par un cordon d'amiante et de terre réfractaire, pressé sur le châssis par des clavettes de serrage enfoncées dans l'œil de chaque boulon par un coup de marteau.

» Le chapeau métallique porte au centre un tuyau vertical d'environ 10 centimètres de hauteur, muni d'un robinet à sa base, et dont l'extrémité supérieure est fermée par une rondelle de moindre résistance ou de sûreté. Supposons qu'avant de fixer le chapeau on ait introduit dans son tube, entre le robinet et la rondelle de sûreté qui se dévisse, 5 grammes de poudre composée de 80 parties de salpêtre et de 20 parties de charbon sans soufre. En ouvrant le robinet, cette poudre tombe sur le métal liquide, qui l'enflamme, en développant en deux secondes 5 litres de gaz environ, à la température de 1400 degrés.

» Ces gaz, emprisonnés entre le chapeau et la surface de l'acier liquide, produisent une pression qui se transmet instantanément sur tous les points de la masse, dont toutes les particules se rapprochent également, en expulsant à travers l'épaisseur du sable l'hydrogène protocarboné qui formait les soufflures.

» L'effet produit est équivalent à la pression d'une masselote dont la hauteur serait de 14 mètres de hauteur d'acier liquide, en admettant que l'espace compris entre le chapeau et la surface du métal ait un demi-litre de capacité.

» Comme l'expérience démontre qu'une masselote de 1 mètre de hauteur augmente la ténacité et diminue les ampoules, il est rationnel d'en conclure qu'une pression quatorze fois plus grande doit faire disparaître les bulles de gaz et augmenter considérablement la ténacité du métal.

» Quoi qu'il en soit, en donnant au châssis de fer qui entoure le moule une résistance convenable, on pourra varier les charges de poudre de manière à produire une pression durable, uniforme, générale, supérieure aux chocs partiels et irréguliers du marteau-pilon sur une grosse masse solide.

» *Conclusion.* — Un canon de vaisseau cuirassé en acier fondu et fortement comprimé, suivant notre système, pendant le temps qu'il passe de l'état liquide à l'état solide, aurait une résistance plus grande et coûterait quatre fois moins que les bouches à feu, *tout acier*, dont on a pu voir le spécimen exposé par MM. Petin-Gaudet et Jackson.

» *N. B.* Si l'on soumettait à notre système de compression les canons ordinaires en fonte de fer, il est certain que leur résistance deviendrait beaucoup plus considérable. »

CHIMIE. — *Observations sur la présence dans l'atmosphère de l'oxygène actif ou ozone* (deuxième partie); *par* **M. A. Houzeau.**

« Dans la première partie de ce travail, publiée il y a dix ans (1), j'avais établi la présence de l'ozone dans l'air atmosphérique, en me fondant sur la transformation en oxyde de potassium de l'iodure potassique neutre, exposé à l'air de la campagne, alors que le même iodure, placé, comme point de comparaison, au contact de l'air d'un appartement clos et inhabité, ou au contact de l'oxygène pur, ne subissait aucune altération.

» A cette époque, la substitution du papier de tournesol vineux mi-ioduré, au papier ioduro-amidonné de M. Schœnbein, pour l'examen de l'air atmosphérique, était un progrès sérieux, car elle circonscrivait nettement le problème météorologique en le dépouillant des termes vagues et des principes sans consistance scientifique, dont l'avaient entouré des observations dites ozonométriques faites avec le papier ioduro-amidonné, papier qui se colore sous les influences les plus diverses.

» Au contraire, l'altération par l'air de la campagne de mon papier mi-ioduré prouvait toujours, d'une manière irrécusable, qu'elle était le résultat d'un phénomène d'oxydation, puisque de tous les corps connus il n'y a que l'oxygène seul qui soit capable de former de la potasse avec le métal de l'iodure de potassium. Or, c'est la production de la potase que mon réactif signale.

» Il est vrai que cet oxygène peut à son tour éprouver des modifications qui lui communiquent des propriétés assez différentes, de manière à constituer plusieurs variétés ou espèces d'oxygène que je caractérise ainsi :

» 1° L'*oxygène inactif*, sans action sur le papier mi-ioduré humide.

» 2° L'*oxygène actif direct*, bleuissant directement et instantanément le susdit papier et ayant en outre une odeur *sui generis* caractéristique.

» 3° L'*oxygène actif indirect*, n'ayant pas d'odeur et bleuissant néanmoins indirectement, par le concours d'un autre corps, le réactif mi-ioduré, soit que cet oxygène d'ailleurs n'agisse qu'au moment où il passe de l'état libre à l'état combiné ou *vice versâ*.

» Cet état est mis en évidence, pour le sujet qui nous occupe, par les faits suivants :

» Un papier vineux mi-ioduré qui ne change pas lorsqu'il est suspendu dans de l'oxygène ordinaire pur et humide (oxygène inactif) ou même dans

(1) *Comptes rendus*, t. XLVI.

l'air, bleuit au contraire dans sa partie iodurée lorsqu'on vient à introduire dans cet oxygène ou cet air des vapeurs d'acide acétique (production d'acétate de potasse alcalin); un papier de tournesol bleu devient alors rouge. L'acide acétique n'est pas ici la cause directe de la coloration du réactif ioduré, comme elle l'est pour le tournesol bleu, car l'expérience répétée dans une atmosphère privée d'oxygène, mais contenant toujours ces vapeurs acides, fournit un résultat négatif sur le papier à base d'iodure et un résultat sur le tournesol bleu.

» Il suit de là que, le pouvoir oxydant l'air de la campagne une fois démontré par les observations faites avec mon réactif, il ne s'agissait plus pour résoudre la question que de reconnaître à laquelle de trois espèces d'oxygène signalées plus haut il fallait rapporter ce pouvoir comburant.

» Or, ce ne pouvait être à la première espèce, l'oxygène inactif, puisqu'elle est sans action sur l'iodure ; ce ne pouvait être davantage à la troisième espèce, l'*oxygène actif indirect*, en tant du moins que le corps intermédiaire agissant (influence prédisposante) serait un acide, puisque l'air de la campagne, qui bleuit en quelques heures le tournesol mi-ioduré, ne rougit pas des papiers de tournesol bleu très-sensibles, placés à côté comme témoin, alors même que la durée de leur exposition dans cet air est triple ou quintuple de celle des papiers mi-iodurés. Ils se décolorent complétement, mais ils ne rougissent pas. Et dans l'hypothèse que l'agent actif serait de la vapeur d'eau oxygénée, j'ai prouvé dans un Mémoire spécial qu'il n'en était pas ainsi. L'oxygène inactif et l'oxygène actif indirect devant être, on le voit, éliminés comme cause de la faculté oxydante de l'air de la campagne, il est rationnel et non moins logique d'attribuer cette faculté à l'oxygène actif direct, c'est-à-dire à l'ozone. Outre les preuves qui précèdent, les raisons suivantes qui militent en faveur de cette opinion méritent encore d'être prises en sérieuse considération.

» On vient de voir qu'au point de vue météorologique qui nous occupe, les caractères saillants de l'oxygène actif direct consistent dans son odeur et dans sa manière d'agir sur le papier de tournesol vineux mi-ioduré, c'est-à-dire dans une propriété physique importante et dans un caractère chimique bien défini.

» Or, si nos premières déductions sont exactes, s'il est vrai que la puissance comburante de l'air de la campagne doive être attribuée à l'ozone, l'odorat, qui est plus sensible que le papier mi-ioduré, devra percevoir dans l'atmosphère l'odeur caractéristique de l'ozone. C'est ce que mes observations personnelles confirment entièrement. Il n'est pas un seul instant dou-

teux pour moi que l'air normal respiré en grande masse a une odeur, comme il paraît avoir une couleur. Et par air normal j'entends l'air tel qu'il circule librement à la surface du globe, au-dessus des continents comme au-dessus des mers.

» On ne saurait m'objecter que l'air paraît cependant inodore au plus grand nombre des personnes, car tout le monde sait avec quelle facilité on perd la faculté de percevoir un parfum qu'on respire longtemps. Il est aisé cependant de signaler les conditions les plus favorables pour constater l'odeur de l'air. Il suffira à un observateur, après s'être bien familiarisé avec l'odeur de l'ozone dilué, de passer vingt-quatre ou quarante-huit heures à la campagne, surtout par un temps de neige, et de respirer le matin immédiatement au sortir du lit l'air qui lui arrivera du dehors par un trou fait à l'une des vitres de la croisée de sa chambre. Plus l'air de l'appartement aura été vicié pendant la nuit par le nombre des habitants, plus le contraste entre cet air et celui du dehors sera frappant.

» J'ai cherché à utiliser aussi, pour recueillir l'odeur de l'air normal, la propriété qu'ont la flanelle et les étoffes en général de condenser dans leurs pores l'ozone dilué dans l'air ou dans l'oxygène, propriété déjà signalée dans mon premier Mémoire sur l'oxygène naissant. Deux couvertures en laine, de même dimension et de même nature, furent exposées pendant plusieurs heures, l'une à l'air de la campagne, l'autre à l'air d'un appartement clos et inhabité. Rapportées en même temps dans ma chambre, que je n'avais pas quittée depuis la veille, je constatai que la première de ces couvertures répandait une odeur qui avait beaucoup d'analogie avec celle de l'ozone très-dilué, tandis que la seconde était demeurée inodore.

» Il est en outre possible que cette odeur de l'air normal et que ses intensités différentes, conséquences probables de lois encore inconnues, soient plus sensibles aux oiseaux qu'aux hommes, et qu'elles servent à les guider parfois dans leurs pérégrinations lointaines.

» Ainsi, l'air normal a une odeur qui est celle de l'ozone, et il bleuit le tournesol vineux mi-ioduré en oxydant le métal de l'iodure, caractère qui appartient également à l'ozone. Mais ce ne sont pas là les seules propriétés qu'on puisse constater sur l'air de la campagne. Cet air, comme je l'ai déjà maintes fois publié, est doué de facultés décolorantes prononcées. Des papiers de tournesol bleu ou rouge, exposés à la campagne, à l'abri de la pluie, de la rosée et du soleil, blanchissent rapidement. J'ai même pu obtenir ainsi *à froid* des incinérations de matières organiques, aussi complètes

qu'en les faisant passer à la moufle chauffée au rouge. Or, l'ozone est aussi un décolorant énergique.

» L'air de la campagne possède en outre des propriétés désinfectantes incontestables. Des serviettes et des draps de lit retirés d'un coffre au linge sale, et qu'on suspend dans un air actif aux papiers mi-iodurés, perdent avec assez de rapidité la plus grande partie de leur odeur. Rien de semblable ne s'observe dans le même temps avec l'air inactif ou l'oxygène ordinaire. Or, on sait également que l'ozone est un désinfectant au même titre que le chlore.

» Plusieurs caractères chimiques concourent donc pour prouver l'analogie de propriétés qui existe entre l'air de la campagne et l'ozone, et pour établir que c'est bien à ce dernier agent que l'atmosphère emprunte son activité chimique signalée par l'emploi des papiers vineux mi-iodurés. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Recherches sur l'emploi agricole des sels de potasse; par* **M. P.-P. Dehérain.** (Suite.)

2e série d'essais. Récolte de 1867.

« J'ai présenté, dans la Note insérée aux *Comptes rendus*, le 17 février dernier (p. 322), les résultats des expériences établies en 1867, sur le domaine de Grignon, pour contrôler les essais de 1866 : ces résultats montrent que les engrais de potasse n'ont produit aucun effet avantageux sur les betteraves et les pommes de terre; tandis que leur emploi sur ces cultures a occasionné des pertes sérieuses, il a, au contraire, déterminé un bénéfice sensible sur le froment. Ces singuliers résultats sont identiques à ceux de 1866.

» Les betteraves et les pommes de terre récoltées en 1867 ont été analysées comme celles de 1866; on a reconnu que, contrairement à ce qu'on avait annoncé en Allemagne, les engrais de potasse n'ont eu aucune influence sur la sécrétion des hydrates de carbone; on n'a pas trouvé plus de sucre dans les betteraves, ni plus de fécule dans les pommes de terre, amendées avec les sels de potasse, que dans les plantes qui n'ont pas reçu ces engrais. Il a été encore impossible de découvrir la moindre liaison entre le nombre de tubercules atteints de la maladie et la quantité de potasse que le sol pouvait fournir; le rapport des pommes de terre malades aux pommes de terre saines est, au reste, très-faible dans tous les carrés, bien qu'on ait cultivé une variété précoce et sujette à la maladie. Ces résultats confirment ceux de 1866.

» L'exemple célèbre de la réussite des phosphates fossiles dans l'ouest de la France et de leur inutilité constatée dans le nord, doit rendre le chimiste agronome très-sobre de conclusions trop générales, et doit surtout l'inviter à rassembler tous les documents qui pourront indiquer les causes qui déterminent l'emploi avantageux d'un engrais sur tel sol, et son abandon sur tel autre ; aussi, avec l'aide de mon préparateur M. Derome, j'ai déterminé la composition du sol sur lequel j'avais opéré.

» On a fait exécuter trois fouilles, pour savoir à quelle profondeur s'étendait la couche arable dans la pièce des vingt-six arpents ; on a trouvé près de l'étang le sous-sol crayeux à $0^{m},90$; à 1 mètre environ au milieu de la pièce, enfin, bien qu'on ait continué à creuser jusqu'à $1^{m},80$ en haut de la pièce, près du chemin de Chantepie, il a été impossible de trouver le sous-sol. On a donné dans le tableau suivant la composition du sol, pris à différents points de la surface et à diverses profondeurs ; on remarquera que la terre renferme une très-faible quantité de potasse soluble dans l'eau, ce qui était particulièrement favorable aux essais.

Domaine de Grignon. — Analyse de divers échantillons de terre pris dans la pièce des vingt-six arpents.

(Tous les nombres sont rapportés à un kilogramme de terre desséchée.)

MATIÈRES DOSÉES.	ÉCHANTILLONS pris dans le voisinage du chemin de Chantepie.			ÉCHANTILLON pris au milieu de la pièce.	ÉCHANTILLONS pris dans le voisinage de l'étang.	
	Terre de la surface.	Terre prise à $1^{m},00$ de profondeur.	Terre prise à $1^{m},60$ de profondeur.	$0^{m},90$ de profondeur.	Terre de la surface.	Terre prise à $0^{m},80$ de profondeur.
	Analyse physique.					
	gr	gr	gr	gr	gr	gr
Sable	226,5	204,0	205,0	198,7	216,0	164,0
Argile	647,5	732,5	731,5	596,3	671,0	890,8
Carbonate de chaux	126,0	63,5	63,5	205,0	113,0	25,2
	Analyse chimique.					
Carbone (des mat. organiq.)	16,170	15,150	15,100	14,950	15,320	15,250
Azote (des mat. organiques)	2,040	1,060	1,090	1,500	2,020	1,600
Ammoniaque toute formée	0,306	0,167	0,157	0,250	0,267	0,147
Acide azotique (évalué en azotate de potasse)	0,015	0,012	0,011	0,000	0,016	0,000
Acide phosphorique	0,250	0,160	0,170	0,090	0,133	0,120
Potasse	traces	traces	traces	traces	traces	traces
Chaux	70,600	35,600	35,600	115,500	63,800	12,100
Magnésie	7,52	5,31	5,24	7,8	6,900	6,0

» En jetant les yeux sur ce tableau, on reconnaît que la terre présente une composition sensiblement homogène, et qu'on peut attribuer les effets observés, non à des différences dans la composition du sol, mais aux engrais eux-mêmes ; on en peut donc tirer cette conclusion inattendue, que les betteraves et les pommes de terre, dont les cendres sont très-riches en potasse, ne bénéficient pas de l'emploi de ces engrais, tandis que le froment, qui ne renferme qu'une faible proportion d'alcali, ressent des engrais alcalins un effet sensible, conclusion appuyée sur des bases solides.

» Pour interpréter ces résultats singuliers, je rappellerai que les substances minérales peuvent se trouver dans les plantes à plusieurs états différents; elles peuvent y être simplement déposées par l'évaporation de l'eau, et on conçoit alors qu'elles n'aient qu'une médiocre importance sur le développement du végétal, mais ces substances minérales peuvent encore être combinées avec des principes immédiats, et c'est ici que la distinction devient plus délicate. En effet, ces principes immédiats ont une importance très-variable dans l'économie de la plante. Je crois, par exemple, que si la potasse abonde dans la pomme de terre, c'est parce que celle-ci renferme de l'acide citrique ; je crois que c'est la sécrétion de l'acide qui détermine l'appel de la potasse du sol dans la plante, mais on conçoit que cette sécrétion acide n'aît qu'une importance médiocre pour la plante elle-même, et que, quand même on donnera au sol une quantité notable de potasse pour saturer cet acide, la plante elle-même n'en recueillera que peu ou point d'accroissement. Si au contraire la potasse était nécessaire pour constituer un principe organisé, si, ce que j'ignore, unie à l'acide phosphorique, elle faisait partie intégrante du gluten, on concevrait que son absence fût préjudiciable et que son abondance eût une influence marquée sur la récolte.

» Quoi qu'il en soit, on peut conclure des faits recueillis en 1867 : *qu'il n'est pas possible de tirer de l'analyse des cendres d'une plante l'indication de la nature des engrais qu'il convient de lui donner* (1). »

---

(1) Nous avons formulé cette conclusion, qui ressort nettement de nos expériences, devant la Société chimique, dans la séance du vendredi 21 février, et le lendemain nous avons trouvé dans la *Revue des Cours scientifiques* (n° 12, 5e année, 22 février 1868), une confirmation bien précieuse pour nous, car elle prouve que nous sommes arrivé aux mêmes conclusions que MM. Lawes et Gilbert : nous trouvons en effet dans le discours prononcé par le général Sabine à la dernière séance publique de la Société Royale de Londres, une citation de deux célèbres agronomes anglais, ainsi conçue : « Il est surprenant de reconnaître que la tendance des recherches agricoles semble être de montrer la fausseté d'une science reposant sur l'analyse chimique de la composition d'une plante, pour se diriger dans le choix des matières qui doivent lui être données comme engrais.... »

CHIMIE. — *Note sur la sursaturation des solutions salines;* *par* **M. Lecoq de Boisbaudran.**

« J'ai eu précédemment l'honneur de soumettre à l'Académie les résultats de mes expériences sur les types cristallins que peuvent fournir les solutions sursaturées de quelques sulfates magnésiens, soit purs, soit mélangés entre eux. Je n'avais pu compléter alors l'étude des cristaux à 6 équivalents d'eau obtenus dans mes diverses solutions; je les ai examinés depuis avec plus de détail.

» On connaît deux espèces de cristaux à 6 équivalents d'eau, appartenant à la famille des sulfates magnésiens; ce sont :

(A) 1° Le sulfate de nickel à base carrée;

(B) { 2° Le sulfate de cobalt prismatique oblique;
3° Le sulfate de magnésie prismatique oblique.

» J'ai reconnu que les divers cristaux à 6 équivalents d'eau que j'obtenais dans des solutions froides, se rapportaient à ces deux types (A) et (B).

» J'ai préparé à la température ordinaire, outre les trois sels précités :

Du sulfate de cuivre à 6 équivalents d'eau, quadratique;
Du sulfate de zinc à 6 équivalents d'eau, quadratique;
Du sulfate de magnésie à 6 équivalents d'eau, quadratique;
Du sulfate de nickel à 6 équivalents d'eau, clinorhombique (1);
Du sulfate de fer à 6 équivalents d'eau, clinorhombique.

» J'ai aussi obtenu les types (A) et (B) au moyen de mélanges de deux sulfates tels que :

Sulfate de suivre....	1	qui peut fournir des cristaux quadratiques a 6 équivalents d'eau.
Sulfate de zinc......	1	
Sulfate de cuivre....	1	qui peut fournir les deux types à 6 équivalents d'eau.
Sulfate de nickel....	2	
Sulfate de fer.......	2	qui peut fournir des cristaux obliques à 6 équivalents d'eau.
Sulface de nickel....	3	
Etc.		

» On voit qu'il existe un second cas d'isodimorphisme (2) dans la série cristalline qui nous occupe; en effet les sulfates de nickel, zinc et ma-

(1) Rammelsberg parle d'un sel qui doit se rapporter au sulfate de nickel oblique, à 6 équivalents d'eau, bien que ce savant ne paraisse pas en avoir connu le degré d'hydratation exact.

(2) Le premier cas est celui des sulfates à 7 équivalents d'eau, qui sont ortho ou clinorhombiques.

gnésie cristallisent sous deux formes incompatibles et destructibles l'une par l'autre, mais contenant également 6 équivalents d'eau. Je ne crois pas qu'on ait encore signalé ce cas d'isodimorphisme.

» I. Les cristaux à 6 équivalents d'eau quadratiques obtenus dans les solutions de sulfate de cuivre sont détruits par le type clinorhombique à 7 équivalents d'eau; ce sont donc les moins stables de ceux que fournit le sulfate de cuivre.

» II. Le sulfate de fer donne des cristaux obliques à 6 équivalents d'eau au contact d'une trace de ce type (sels de cobalt, nickel, etc.). Ce sel de fer se transforme avec une grande facilité en cristaux clinorhombiques à 7 équivalents d'eau; sa stabilité est comprise entre celles des types orthorhombique à 7 équivalents d'eau et clinorhombique à 7 équivalents d'eau.

» III. L'évaporation, à 20 degrés environ, d'une solution de sulfate de cobalt, produit des cristaux obliques à 6 équivalents d'eau qui se forment aussi dans plusieurs autres circonstances, telles que le contact de précipités, etc. La stabilité de ce sel le place entre les types orthorhombique à 7 équivalents d'eau et clinorhombique à 7 équivalents d'eau; plus grande que celle du sulfate de fer correspondant, elle permet de dessécher le sel et de le conserver sec; humide, il se transforme en sulfate clinorhombique à 7 équivalents d'eau.

» IV. Le sulfate de magnésie donne, dans les mêmes circonstances que le sulfate de cobalt, un sel oblique à 6 équivalents d'eau se conservant facilement lorsqu'on le laisse dans son eau mère, mais difficile à dessécher sans lui faire perdre sa transparence. Comme stabilité, ce sel se place entre le type quadratique (*voir* ci-après) et le type clinorhombique à 7 équivalents d'eau.

» Dans des solutions très-concentrées, j'ai réussi à observer la formation d'octaèdres carrés, provoqués par le contact de petits cristaux quadratiques (préparés dans des solutions de cuivre pur ou cuivre-zinc). On voit alors une couche polyédrique, blanche, transparente, entourer un noyau coloré. Le petit octaèdre est bientôt détruit par des cristaux spontanés à 6 équivalents d'eau et obliques. De tous les sulfates de magnésie obtenus, le quadratique est le moins stable.

» V. Le sulfate de zinc fournit facilement les deux types, bien qu'ils présentent une grande différence de stabilité.

» Le sel oblique se forme dans les mêmes conditions que ceux de cobalt

et de magnésie; on l'obtient de même à 40 ou 50 degrés (1), ainsi que par le contact d'une trace d'un des sels correspondants de nickel, cobalt ou magnésie; il se conserve bien si on le laisse dans son eau mère à l'abri des poussières, mais il s'opacifie rapidement à l'air; on peut cependant le dessécher sans que l'opacification s'étende dans l'intérieur des cristaux. Comme stabilité, il se place entre les types quadratique (*voir* ci-après) et clinorhombique à 7 équivalents d'eau.

» Le type quadratique à 6 équivalents d'eau s'obtient en touchant une solution concentrée avec de petits cristaux quadratiques bien exempts de type orthorhombique; il se transforme assez facilement en cristaux obliques à 6 équivalents d'eau, c'est donc le moins stable des sulfates de zinc.

» VI. Contrairement à ce qui est généralement admis, le sulfate de nickel quadratique à 6 équivalents d'eau est détruit par le type orthorhombique à 7 équivalents même à 25 degrés.

» Le sulfate de nickel oblique à 6 équivalents d'eau, une fois sec, se conserve assez facilement, il se conserve aussi dans son eau mère sursaturée; on l'obtient dans les mêmes circonstances que les sels de cobalt, zinc et magnésie; sa stabilité est comprise entre celles des types clinorhombique à 7 équivalents (moins stable que lui) et quadratique à 6 équivalents d'eau. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches physiologiques et pathologiques sur les Bactéries.* Note de **M. C. Davaine**, présentée par M. Claude Bernard.

« Les êtres vivants offrent dans leur organisme des milieux variés, qui pourraient être envahis par les vibrioniens s'ils n'étaient préservés par un épiderme protecteur ou par d'autres moyens. On conçoit qu'une espèce de ces petits êtres introduite artificiellement dans l'un de ces milieux vivants, et qui s'y propagerait, serait accessible à nos investigations. Ainsi l'on pourrait étudier, soit les modifications qu'ils éprouveraient par leur transport d'un milieu dans un autre, soit celles que leur feraient subir divers agents

---

(1) D'après M. I. Pierre, le sulfate de zinc formé à 45 ou 55 degrés contiendrait 5 équivalents d'eau. Suivant M. Haidinger, le sel déposé au-dessus de 52 degrés serait clinorhombique à 7 équivalents d'eau. Mes expériences ne s'accordent ni avec l'une ni avec l'autre de ces opinions, car : 1° le sel en question n'est point isomorphe du sulfate de cuivre à 5 équivalents d'eau, il l'est au contraire des sulfates de nickel, cobalt et magnésie obliques à 6 équivalents d'eau; 2° il ne s'opacifie point par l'application d'une chaleur de 50 à 60 degrés, comme le fait le sulfate à 7 équivalents d'eau, clinorhombique; 3° enfin l'analyse y indique 6 équivalents d'eau.

avec lesquels ils seraient mis en rapport. C'est au moins ce qu'il est permis d'inférer de l'observation des Bactéridies charbonneuses, qui, à l'exclusion de toute autre espèce, se multiplient dans le sang des mammifères herbivores lorsque leurs germes ont été déposés dans ce liquide.

» Suivant ces considérations, j'ai cherché à placer d'autres espèces de vibrioniens dans des conditions analogues à celles qui ont permis l'étude des Bactéridies du charbon, et ces tentatives ne sont point toujours restées sans résultat.

» Les plantes grasses, dont le parenchyme contient une grande quantité de liquide, m'avaient paru convenir au but que je m'étais proposé. En effet, j'ai vu qu'un certain nombre de ces plantes étaient susceptibles d'être envahies par des vibrioniens introduits artificiellement dans leurs tissus.

» L'espèce de ces infusoires, qui fut l'objet des recherches dont je vais parler, appartiendrait, d'après ses caractères les plus ordinaires, au *Bacterium termo*. Elle fut prise dans des substances végétales réduites en putrilage par une altération semblable à celle que l'on connaît sous le nom de *pourriture*.

» L'expérience consiste simplement à introduire sous l'épiderme d'un végétal, par inoculation, une petite quantité de liquide ou de substance contenant les infusoires; toutefois en prenant quelques précautions pour que ces infusoires ne soient point entraînés avec la séve qui s'écoule, et pour que la petite plaie ne se dessèche pas. Si le végétal offre des conditions favorables, on voit, dès le lendemain, les premiers indices de l'envahissement de la plante, qui pourra être totalement détruite en peu de jours.

» *Caractères des Bactéries. — Variabilité.* — Les Bactéries dont il vient d'être question étaient agitées d'un mouvement rapide; elles représentaient des corpuscules ou filaments très-courts, qui atteignaient au plus $0^{mm},005$ de longueur. Transmises par inoculation à un certain nombre de plantes grasses, telles que l'*Opuntia cylindrica*, l'*Aloe translucens*, etc., elles se propagèrent en conservant leurs caractères primitifs; mais dans d'autres plantes elles modifièrent leur forme d'une manière très-notable. Chez l'*Aloe variegata*, par exemple, elles donnèrent naissance à des filaments qui atteignaient jusqu'à $0^{mm},03$, et qui étaient divisés en deux, trois ou quatre segments. Ces longs filaments inoculés à l'*Aloe spiralis* produisirent des corpuscules infiniment petits, qui s'offraient, aux plus forts grossissements, sous l'apparence d'une très-fine poussière. Enfin ces Bactéries, longues ou courtes, inoculées aux plantes précédemment citées, reprirent leurs caractères primitifs, à savoir ceux du *Bacterium termo*. Ces transports alternatifs sur des

plantes diverses ont été opérés un grand nombre de fois avec des résultats semblables.

» Si l'on considère cette espèce de Bactérie dans les divers milieux où elle se propage, et si l'on veut lui donner sa place dans le genre auquel elle appartient, on verra qu'elle peut être rapportée indifféremment aux diverses espèces de ce genre, c'est-à-dire du genre *Bacterium*, qu'elle pourrait même être classée dans le genre *Vibrio*. On doit conclure de là que la division du genre *Bacterium* admise aujourd'hui, et même celle du genre *Vibrio*, sont purement arbitraires.

» *Altérations pathologiques.* — Les lésions pathologiques que produisent ces Bactéries se présentent sous deux apparences très-distinctes : ordinairement les tissus se réduisent en une sorte de putrilage. Au point inoculé on observe, dès le lendemain ou le surlendemain, une tache comme huileuse, qui s'agrandit rapidement. Les parties envahies paraissent plus humides et comme œdémateuses ; elles se ramollissent et s'affaissent sur elles-mêmes. Le liquide qui remplit les tissus fourmille de myriades de Bactéries. Rarement l'altération s'arrête spontanément ; toute la plante périt si l'on ne s'oppose à l'envahissement progressif, par un moyen dont je parlerai plus loin. La seconde forme de la maladie causée par les Bactéries est une ulcération dont la marche est lente et qui n'envahit pas toute la plante. Au point inoculé, l'épiderme prend une coloration brune et se dessèche ; il recouvre une cavité à surface noirâtre, qui acquiert quelquefois plusieurs centimètres d'étendue. La surface de cette cavité est revêtue d'une pellicule mince, ayant l'apparence d'un vernis. Or, cette pellicule se montre, au microscope, formée presque exclusivement par des myriades de corpuscules infiniment petits, sans forme régulière ou déterminée. Une parcelle de cette pellicule, placée dans l'eau, se résout en tourbillons de particules mouvantes, dont le nombre semble s'accroître à mesure qu'on l'examine avec des grossissements successivement plus forts. Ces particules amorphes, dont l'aspect et l'irrégularité rappellent jusqu'à un certain point les granulations élémentaires, sont des Bactéries ; en effet, reportées par inoculation sur d'autres plantes, elles donnent des Bactéries filiformes et l'altération humide ordinaire.

» Voilà donc deux lésions pathologiques d'apparences très-distinctes qui sont au fond de même nature et le produit de la même cause.

» La première de ces altérations pathologiques s'observe sur presque toutes les plantes envahies par les Bactéries, et entre autres, sur les jeunes tiges de *Stapelia europæa*. La seconde, c'est-à-dire la forme ulcérative, est

commune sur les tiges anciennes de ce même *Stapelia*. Je l'ai fort rarement observée sur d'autres plantes.

» *Physiologie.* — La propagation de ces Bactéries par l'inoculation peut servir encore à l'étude de leurs propriétés physiologiques. J'ai reconnu, par ce moyen, que les Bactéries gardent leur vitalité malgré la dessiccation la plus complète; j'ai constaté, en outre, que leur vitalité n'était pas perdue après un an de conservation en cet état.

» Les Bactéries, dans le liquide extrait de la plante où elles se sont développées, perdent leur mouvement vers 50 degrés centigrades; elles périssent à 52 degrés centigrades; en effet, après avoir été maintenues à cette température pendant huit à dix minutes, elles ne reprennent plus le mouvement, et l'inoculation pratiquée aux plantes les plus susceptibles d'être envahies reste constamment sans résultat.

» Les Bactéries desséchées supportent, ainsi qu'on pouvait le prévoir, une température plus élevée que lorsqu'elles sont humides.

» La température agit sur les Bactéries renfermées encore dans les tissus du végétal comme lorsqu'elles en sont sorties : si l'on expose une plante grasse, atteinte de ces Bactéries, à une température un peu supérieure à 52 degrés centigrades, soit 55 degrés centigrades (beaucoup de plantes grasses résistent bien à cette température), et si l'espace de temps est suffisant pour que la chaleur pénètre toute l'épaisseur de la partie malade, les Bactéries perdent le mouvement, l'altération qu'elles déterminent cesse de faire des progrès, la partie désorganisée se dessèche, et la plante continue de végéter comme si elle n'avait point été atteinte.

» Est-il nécessaire de faire remarquer la parfaite conformité du résultat de ces dernières expériences avec les observations de M. Pasteur sur les maladies du vin?

» Nous avons vu que les Bactéries dont il vient d'être question constituent tantôt de longs filaments, tantôt de simples corpuscules ou des particules sans forme déterminée et d'une petitesse extrême. Or, j'ai constaté expérimentalement, en les soumettant, soit à une température voisine de 50 degrés centigrades, soit au contact d'un acide ou d'un alcali très-faible, j'ai constaté, dis-je, que les corpuscules les plus courts résistent mieux à ces divers agents que les corpuscules les plus longs, et qu'ils sont, par conséquent, doués d'une vitalité plus énergique.

» Ce fait me paraît digne d'attention, autant sous le rapport de la question des générations spontanées que sous celui de la pathologie; en effet, les corpuscules les plus petits, qui sont de simples granulations et n'ont pas

les caractères morphologiques des Bactéries, possèdent une vitalité qui n'est pas moindre que celle des filaments les plus longs. Les propriétés virulentes de ces corps persistent à l'état sec, et cela pendant un an, et peut-être beaucoup plus. Ces corpuscules, réduits à l'état de poussière ou de granulations, constituent donc des *germes* dépourvus de tout caractère morphologique qui puisse les faire reconnaître, à l'examen microscopique, pour des êtres organisés. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'emploi des courants électriques continus pour remédier aux accidents causés par le chloroforme.* Note de **MM. Onimus** et **Ch. Legros**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Des expériences entreprises touchant l'influence de l'électricité sur la circulation du sang nous ont amenés à rechercher la cause de la mort par le chloroforme et la possibilité de l'éviter.

» L'impuissance presque absolue des moyens préconisés jusqu'à ce jour pour arrêter les accidents dus aux anesthésiques est trop évidente; du reste, il suffit d'indiquer ces moyens pour s'apercevoir que quelques-uns sont nuisibles et que les autres sont inefficaces : nous ferons pourtant une exception pour la respiration artificielle qui est évidemment utile; mais les flagellations, les aspersions d'eau froide, l'attouchement du pharynx restent naturellement sans action dès que la sensibilité est éteinte. On a conseillé encore de donner au malade une position horizontale, et cela pour combattre la syncope; mais ici nous avons affaire à une paralysie plus ou moins complète des fibres musculaires du cœur (dite *sidération du cœur* par les chirurgiens) causée par un composé chimique, le chloroforme, administré jusqu'à dose toxique, et nous doutons que la position puisse, dans ce cas, avoir une heureuse influence; quant à la faradisation avec les appareils à courants interrompus, elle ne constitue pas un moyen convenable; on ne doit pas songer à employer cet agent sur un malade dont la respiration et le cœur ont cessé de fonctionner, car son action arrête ou diminue précisément la respiration et les battements du cœur.

» Guidés par nos recherches sur l'action des courants électriques continus, nous avons tenté de nous en servir pour combattre la sidération produite expérimentalement sur les animaux par le chloroforme. Nous avons employé les piles de Remak (de 14 à 30 éléments), et nous avons expérimenté sur des chiens, des lapins, des cabiais, des rats, des grenouilles et des tritons.

» Nous ne relaterons pas toutes nos expériences, mais, pour montrer la façon dont nous avons procédé, nous supposerons que nous agissons sur un rat. L'animal est placé sous une cloche, avec une éponge fortement imbibée de chloroforme; au bout d'une minute il est complétement endormi; peu à peu la respiration devient saccadée et ne tarde pas à s'arrêter : nous le laissons encore une demi-minute sous la cloche, puis nous le retirons, et nous attendons encore une demi-minute; nous plaçons alors le pôle négatif de l'appareil dans la bouche et le pôle positif dans le rectum. Pendant quelques secondes on n'observe rien de nouveau, puis on voit reparaître les battements du cœur qui avaient cessé d'être perceptibles; enfin surviennent des inspirations d'abord incomplètes; plus tard la respiration devient normale; on peut dès lors cesser l'électrisation, le rat récupère peu à peu toutes ses fonctions.

» Nous avons pu laisser l'animal pendant deux minutes en état de mort apparente, et le ressusciter, pour ainsi dire, ensuite au moyen des courants continus.

» Si au lieu de ces courants on emploie des courants interrompus, la mort réelle en est la conséquence quand on prolonge l'électrisation; lorsqu'on ne la prolonge pas, on peut encore rappeler l'animal à la vie par les courants électriques continus.

» Sur la grenouille, l'expérience est très-intéressante parce qu'on peut suivre les diverses phases de l'empoisonnement et de l'effet de l'électricité; il suffit de mettre le cœur à nu. On voit, en continuant l'action de l'agent anesthésique, les battements du cœur diminuer de force, puis cesser : si l'électricité est alors employée comme nous l'avons indiqué, le cœur recommence à battre. Une grenouille étant abandonnée sur une table après une expérience de ce genre présentait, au bout de vingt-quatre heures, une immobilité complète du cœur, les extrémités des pattes étaient desséchées; et pourtant l'électrisation, qui n'avait plus aucune influence sur les muscles volontaires, amenait encore des contractions du cœur.

» Pour les rats et les cabiais, nous avons employé quatorze piles Remak; ce nombre n'est déjà plus suffisant pour les lapins, et pour les chiens trente éléments suffisent à peine. On réussit mieux alors en plaçant le pôle négatif sur le pneumo-gastrique mis à nu. Il faudrait donc pour l'homme employer des appareils électriques qui fourniraient une tension considérable. Il est vrai que chez l'homme, lorsqu'on cherche à abolir la sensibilité, on n'arrive jamais à un empoisonnement aussi complet que celui qui est produit expérimentalement chez nos animaux.

» Dans certains cas, au lieu de donner immédiatement de fortes doses de chloroforme pour amener la sidération, nous avons produit un empoisonnement lent. On peut ainsi faire absorber à l'animal d'énormes quantités de chloroforme sans le tuer; mais, en prolongeant l'action de l'anesthésique, on arrive à faire cesser la respiration et la circulation, et souvent alors il est impossible de rappeler la vie par l'électricité : cela tient à ce que le cœur est devenu incapable de se contracter même sous l'influence des excitants les plus énergiques. Si l'on ouvre le thorax et que l'on applique directement sur le cœur les rhéophores d'une forte pile ou même les courants d'induction, on n'obtient aucune contraction : il est clair que dans ce cas on est en face d'un cadavre, et que tous les moyens doivent échouer. Mais si les fibres musculaires du cœur conservent quelque contractilité, les courants continus la mettront en jeu; dans presque tous les cas où il y a arrêt ou ralentissement de la respiration et de la circulation, on peut faire la même tentative avec succès. C'est ainsi que nous avons accéléré les mouvements du thorax et du cœur sur des animaux en hibernation complète dont le réveil a été rapide. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le pigment des Phycochromacées et des Diatomées.* Note de **MM. G. Kraus** et **A. Millardet**, présentée par M. Brongniart.

« *Phycochromacées.* — En 1849, Nægeli a donné le nom de *phycochrome* à cette matière colorante d'un bleu verdâtre, que l'on observe dans beaucoup de plantes inférieures, notamment chez les Oscillarinées, les Nostocacées et les Collémacées. Ce nom représentait jusqu'à ces derniers temps un pigment parfaitement simple, et l'on avait perdu de vue les observations plus anciennes de Kützing qui y avait indiqué la présence de deux principes colorants, l'un bleu, soluble dans l'eau, qu'il avait nommé phycocyane, l'autre consistant en chlorophylle ordinaire.

» En 1867, MM. Cohn et Askenasy montrèrent que ce phycochrome se composait d'un pigment soluble dans l'eau, auquel ils conservèrent le nom de phycocyane donné par Kützing, et d'un autre, soluble dans l'alcool qu'il colore en beau vert. Pour eux, ce second pigment est de la chlorophylle ordinaire.

» De nouvelles expériences ont confirmé une partie des résultats obtenus par ces deux derniers observateurs : ainsi la phycocyane a été constatée dans toutes les Phycochromacées sur lesquelles on a expérimenté; mais il

s'est trouvé que la solution alcoolique verte, outre la chlorophylle, contient constamment, dans ces plantes, un pigment jaune ou *phycoxanthine*.

» C'est au moyen de la liqueur verte obtenue par la digestion dans l'alcool à 36 degrés de l'*Oscillaria limosa* (Roth) et de plusieurs espèces du même genre, qu'il est le plus facile de préparer de grandes quantités de ce nouveau pigment. Cette liqueur, après avoir été agitée fortement avec deux fois son volume de benzine, se sépare par le repos en deux couches. La supérieure est verte, constituée par la benzine qui s'est emparée de la chlorophylle; l'inférieure, d'un beau jaune d'or, est formée par l'alcool qui retient la phycoxanthine en dissolution. Après avoir décanté soigneusement, on lave de nouveau la solution de phycoxanthine avec de nouvelles quantités de benzine, jusqu'à ce que celle-ci ne se colore plus en vert, puis on laisse évaporer à une température de 40 degrés centigrades et à l'abri de la lumière. Le résidu est constitué par de la phycoxanthine et quelques matières salines.

» Cette nouvelle matière se présente sous forme d'un enduit visqueux, amorphe, couleur de terre de Sienne sous une certaine épaisseur. Elle ne se dépose pas d'une manière uniforme, mais figure le plus souvent des sortes de dessins dendritiques qui, à un faible grossissement, se montrent formés de gouttelettes agglutinées d'une façon irrégulière. Son odeur, qui est assez pénétrante, rappelle celle de l'urine. Sa formule chimique est encore inconnue.

» Dans l'eau la phycoxanthine se gonfle mais ne se dissout pas. Sous l'influence des acides sulfurique et chlorhydrique concentrés, elle prend d'abord une coloration vert sale, puis bleu intense, et elle finit par se dissoudre dans ces réactifs en les colorant en bleu. Exposée à l'influence de la lumière, elle se décolore très-vite et se change en une matière jaunâtre.

» L'alcool absolu et étendu la dissout parfaitement; l'éther, la benzine et le sulfure de carbone un peu moins.

» La solution alcoolique offre une odeur légèrement urineuse. Vue par transparence, elle est d'un jaune d'or en couche mince; sous une grande épaisseur elle offre une coloration rouge-brique. Exposée à la lumière, elle se décolore plus rapidement encore que la solution alcoolique de chlorophylle, mais moins complétement. Sous l'influence de volumes égaux d'acides sulfurique ou chlorhydrique concentrés, elle se colore en bleu indigo. La potasse et l'ammoniaque ne l'altèrent pas d'une manière sensible. L'ébullition n'agit sur elle qu'à la longue.

» Ainsi qu'on le voit, les réactions chimiques de la phycoxanthine indi-

quent dans cette substance une grande analogie avec la chlorophylle. Il en est de même pour les propriétés physiques.

» Au spectroscope, elle se distingue de la chlorophylle par une décroissance plus prompte du vert et par l'apparition très-tardive d'une bande d'absorption extrêmement faible entre les raies C et D de Frauenhofer. En couche très-épaisse, elle ne laisse plus passer que les rayons jaunes voisins de la raie D et les rouges compris entre *a* et B.

» Comme celle de chlorophylle, la solution de phycoxanthine offre une fluorescence très-énergique; mais tandis que pour le premier de ces pigments la couleur de la fluorescence est du plus beau rouge carminé, pour la phycoxanthine elle est d'une teinte rouge-brique.

» La présence de cette nouvelle matière colorante a été constatée dans les genres : *Oscillaria*, *Calothrix*, *Nostoc*, *Collema*, *Peltigera*, *Stictina*, enfin dans les *Diatomées*.

» Il est à peine nécessaire d'insister sur les différences que présente la phycoxanthine comparée aux pigments végétaux de même couleur, la phylloxanthine (Fremy, *Comptes rendus*, t. LXI, p. 188) et l'anthoxanthine (Nægeli). La plus importante consiste dans la fluorescence si énergique de la phycoxanthine, fluorescence qui est absolument nulle dans les deux autres matières colorantes (pour l'anthoxantine, *voyez* Hofmeister, *Handbuch der phys : Botanik*, I, 377). De plus, la phylloxanthine cristallise facilement, tandis que la phycoxanthine est toujours amorphe.

» *Diatomées*. — De même que le pigment des Phycochromacées a été regardé pendant longtemps comme une matière colorante simple, de même celui des Diatomées passe jusqu'à présent pour être d'une nature tout à fait spéciale. Nægeli lui a donné le nom de *diatomine*.

» Plusieurs expériences faites pendant la belle saison sur différentes espèces de Diatomées, notamment sur le *Diatoma vulgare* qu'il est facile de se procurer parfaitement pur de tout autre organisme végétal, ont montré que la diatomine est composée de chlorophylle et de phycoxanthine.

» Ces deux matières colorantes ont été extraites et séparées au moyen de l'alcool et de la benzine par le procédé indiqué plus haut.

» Ces plantes ne renferment aucun pigment soluble dans l'eau.

» Chez les Phycochromacées il eût été difficile, à raison de la petitesse de ces plantes et de l'exiguïté encore plus grande de leurs organes élémentaires, de décider sous quelle forme s'y trouve la phycoxanthine. Est-elle dissoute dans le liquide cellulaire, combiné au protoplasma, ou bien, comme la chlorophylle, imprègne-t-elle des granules de matière albuminoïde? La grosseur des corpuscules de pigment chez les Diatomées permet

de répondre avec certitude que cette dernière supposition est la vraie; encore un nouveau trait de ressemblance entre les deux matières colorantes.

» Il était intéressant de démontrer d'une manière certaine la présence de la chlorophylle chez les Diatomées, et de ramener ainsi les phénomènes de la respiration et de la nutrition chez ces plantes au type commun. Comme tous les végétaux non parasites, les Diatomées forment la plus grande partie des substances organiques nécessaires à leur existence et à leur accroissement aux dépens de l'eau et de l'acide carbonique. Chez elles, c'est encore, ainsi que l'a le premier nettement établi M. Sachs, la chlorophylle qui est l'organe de cette réduction, la lumière communiquant à celle-ci la force nécessaire pour surmonter l'affinité de l'oxygène pour le carbone et l'hydrogène.

» Quant à la phycoxanthine, ses affinités physiques, chimiques et morphologiques avec la chlorophylle laissent prévoir qu'elle joue également un rôle important : lequel? C'est ce qu'il est impossible d'établir jusqu'à présent. »

M. **Isnard** adresse une Note concernant la détermination de l'équivalent de l'aluminium. Le procédé employé par l'auteur consiste à attaquer le métal par l'acide chlorhydrique. Il trouve que 9 grammes d'aluminium, attaqués par l'acide chlorhydrique pur, donnent invariablement, après calcination, 17 grammes d'alumine : d'où il conclut que 9 représenterait l'équivalent de l'aluminium, par rapport à l'hydrogène pris pour unité.

M. **Béchamp** adresse une Note concernant la fermentation propionique de l'acide succinique et de l'acide malique, en n'employant que de la craie à *mycrozyma* et de la viande lavée. « La formation de l'acide propionique a été constatée, ajoute l'auteur, avec le plus grand soin : c'est la première fois peut-être que cet acide a été obtenu dans une fermentation réduite ainsi à ses termes les plus simples. »

M. **Marguet** adresse une Note « Sur la convenance d'adopter pour le thermomètre centigrade météorologique une échelle dans laquelle 100 indiquerait le *point de glace*, et 200 indiquerait la température de l'eau bouillant sous la pression normale ».

M. **Liandier** adresse une Note « Sur les variations d'intensité de la combustion de l'alcool ».

A 5 heures, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures. D.